

25

Library of the Museum
OF
COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.

Bought

No. 7026

Mar. 20. 1889 - Apr. 18. 1890

Archiv

for

Mathematik og Naturvidenskab.

Udgivet

af

Sophus Lie og G. O. Sars.

Trettende Bind.



Kristiania.

Forlagt af Alb. Cammermeyer.

dm
1890.

Det Mallingske bogtrykkeri.

Indhold.

Side.

<i>I. H. L. Vogt.</i> Beiträge zur Kenntniss der Gesetze der Mineralbildung in Schmelzmassen und in den neovulkanischen Ergussgesteinen (jüngerer Eruptivgesteinen)	1—96, 310—402
<i>Dr. J. Brunchorst.</i> Kritiske bemærkninger om «Sop paa klipfisk»	97—103
<i>Dr. Olav Johan-Olsen.</i> «Sop paa klipfisk, den saakaldte mid». Et tilsvær til hr. Brunchorst	104—111
<i>M. K. Håkonson-Hansen.</i> Nordlysiagttagelserne i Trondhjem 1878—1888. En oversigt, ledsaget af 5 tabeller og 3 tavler	112—126
<i>A. Palmström.</i> Meddelelser fra Det matematiske seminar i Kristiania. II.	127—132
<i>G. O. Sars.</i> Bidrag til kundskaben om Decapodernes Forvandlinger. II. Lithodes—Eupagurus—Spiropagurus—Galatthodes—Galathea—Munida—Porcellana —(Nephrops). Med 7 autografiske Dobbeltplancher.	133—201
<i>I. H. L. Vogt.</i> Norske ertsforekomster. VII. Foldalens kislelt. Med en planche	202—270
<i>C. Rüber.</i> Kjernerøstning af nikkelholdig magnetkis	271—276
<i>Peter Eberlin.</i> Den historiske udvikling af kjendskabet til Grønlands indlandsis	277—309

Beiträge zur Kenntniss der Gesetze der Mineralbildung in Schmelzmassen und in den neovulkanischen Ergussgesteinen (jüngeren Eruptivgesteinen).

Von
I. H. L. V o g t,
Kristiania.

Durch mineralsynthetische Experimente, Untersuchungen von Hüttenerzeugnissen usw.¹⁾ ist bekanntlich nachgewiesen worden, dass die meisten der in den Eruptivgesteinen auftretenden Mineralien sich durch einfache Abkühlung von Schmelzflüssen darstellen lassen. Diejenigen physikalischen und chemischen Gesetze, von denen die Bildung der wich-

¹⁾ Zusammenstellungen der früheren Resultate finden sich in:

A. Gurlt. Uebersicht der pyrogeneten künstlichen Mineralien. Freiberg 1857.

K. C. v. Leonhard. Hüttenerzeugnisse und andere auf künstlichem Wege gebildete Mineralien. Stuttgart 1858.

C. W. C. Fuchs. Die künstlich dargestellten Mineralien. Haarlem 1872.

F. Fouqué et Michel Lévy. Synthèse des minéraux et des roches. Paris 1882.

L. Bourgeois. Reproduction artificielle des minéraux. Paris 1884.

H. Rosenbusch. Mikroskopische Physiographie der Mineralien und der Gesteine Band I & II. Stuttgart 1885 und 1887.

1 — Arkiv for Mathematik og Naturv. 13 B.

Trykt den 19 September 1888.

tigsten gesteinbildenden Mineralien abhängt, sind seit einiger Zeit der Gegenstand eines eifrigen Studiums gewesen; man hat dadurch erreicht sich ein Einblick in viele geologische Prozesse zu verschaffen, fortwährend ist jedoch diejenige Kenntniss, die man durch mineralsynthetische Untersuchungen erlangen kann, in ihrem Anfange.

Wir werden hier zuerst eine kurze schematische Uebersicht über diejenigen Mineralien liefern, die nach den bisherigen Forschungen durch Abkühlung, ohne die Anwesenheit von Wasser, Wasserdämpfen oder besonderen »agents minéralisateurs« (Z. B. Flussäure usw.), in den gewöhnlichen Silikat-Schmelzflüssen gebildet werden können.

In Schmelzmassen, die nur aus Kieselsäure mit den gewöhnlichen Basen (nämlich Al_2O_3 , Fe_2O_3 , — FeO , MgO , CaO , MnO , — Na_2O , K_2O)¹⁾ in beliebigen Gemengverhältnissen bestehen, können durch Schmelzung folgende gesteinbildende Silikat-Mineralien ausgeschieden werden:

Die verschiedenen Glieder der Olivingruppe.

Von den Pyroxenen: Rhombischer Pyroxen (Enstatit und Hypersthen), der gewöhnliche monosymmetrische Augit, Wollastonit, daneben Rhodonit und Babingtonit.

Von den Feldspathen: Die Kalk- und Kalknatron-Plagioklase (Anorthit, Labrador, Oligoklas); reiner Natronplagioklas (Albit) höchstens fraglich, — nicht Kali- und Kalinatron-Feldspathe (Orthoklas, Anorthoklas, Mikroklin).

Melilith und Gehlenit.

Nephelin.

Leucit.

Magnesiaglimmer.

¹⁾ Auf die Schmelzmassen, die neben SiO_2 auch TiO_2 , SnO_2 , ZrO_2 , WO_3 , P_2O_5 , B_2O_3 , SO_3 , CO_2 , usw. enthalten, oder wo die in den Gesteinen nur selten oder untergeordnet auftretenden Basen, wie PbO , ZnO , Li_2O , eingehen, nehmen wir vorläufig keine Rücksicht.

Granat.

Tridymit.

Dabei können sich auch in denselben Schmelzmassen folgende Mineralien bilden, die keinen bis jetzt in der Natur gefundenen Mineralien entsprechen:

Hexagonales Kalkbisilikat, $Ca SiO_3$.

Tetragonales, nicht Al_2O_3 -führendes Kalksilikat, das späterhin unter der Melilithgruppe näher beschrieben werden wird.

Der von den französischen Mineralsynthetikern sogenannte monosymmetrische »Magnesia-Pyroxen«, der übrigens nach meiner Auffassung nicht zu der Pyroxengruppe gehört.

Ein neuer asymmetrischer, dem Babingtonit nahe stehender Pyroxen.

Daneben werden von verschiedenen Forschern mehrere neue, in Schmelzflüssen erhaltene Mineralien beschrieben, deren Eigenschaften jedoch so spärlich bekannt sind, dass wir die Mineralien nicht genügend scharf definiren können. Hier werden wir auch erwähnen, dass sich durch Schmelzung gelegentlich neue Glieder der natürlichen Mineralfamilien produciren lassen, indem die Basen der natürlichen Mineralien durch isomorph oder morphotrop wirkende Basen theilweise oder vollständig ersetzt werden, z. B. Al_2O_3 durch Fe_2O_3 , CaO durch PbO , MgO durch MnO , usw.¹⁾.

Endlich können sich in denselben Silikat-Schmelzmassen folgende nicht SiO_2 -führende Mineralien ausscheiden:

Verschiedene Glieder der Spinellgruppe.

Magnetit.

Eisenglanz.

Gelegentlich ist von verschiedenen Forschern angegeben worden, dass auch die folgenden Mineralien sich durch einfache Schmelzung darstellen lassen:

¹⁾ Als Beispiel können wir denjenigen von F. Fouqué und Michel Lévy dargestellten PbO -Anorthit nehmen.

Cordierit.

Vesuvian.

Meionit oder andere Glieder der Skapolithreihe (in engerer Bedeutung).

Die Angaben sind jedoch, wie wir später näher besprechen werden, höchstens fraglich.

Nach den bisherigen Forschungen scheint es nicht wahrscheinlich, dass die folgenden Mineralien durch einfache Abkühlung der Silikat-Schmelzflüsse (ohne das Vorhandensein von Wasserdämpfen, Flusssäure usw.) sich reproduciren lassen:

Quarz.

Orthoklas, Mikroklin, Anorthoklas. — Albit (?)

Die verschiedenen Glieder der Amphibolgruppe.

Kaliglimmer.

Turmalin.

Die reine Thonerde-Silikate, nämlich Andalusit, Disthen, Sillimanit. — Topas.

Staurolith, usw.

Zu diesen können wir, nach meiner Auffassung, auch hinzufügen:

Die verschiedenen Glieder der Skapolithreihe.

Vesuvian.

Cordierit.

Die verschiedenen Glieder der Epidotgruppe.

Dagegen lassen sich bekanntlich mehrere dieser Mineralien, welche eigentlich nicht in den neovulkanischen Ergussgesteinen, sondern theils in den Tiefen- und Gang-Gesteinen, theils in den metamorphischen Schiefen zu Hause sind, nach anderen Methoden darstellen.

In dieser Arbeit werden wir zuerst, in der ersten Abtheilung, die chemischen und physikalischen Bedingungen für die Bildung der sich bei Abkühlung in den gewöhnlichen »trockenen« — d. h. nicht Wasser- oder Wasserdampf-haltenden — Silikat-Schmelzflüssen ausscheidenden Mineralien möglichst genau nachforschern; später, in der zweiten Abtheilung, werden wir prüfen, ob diejenigen Principe, nach denen die Bildung der Mineralien in den trockenen Schmelzmassen vor sich geht, bei den Krystallisationsprocessen der Eruptivgesteinen, besonders bei den neovulkanischen Ergussgesteinen (jüngeren Eruptivgesteinen), im wesentlichen oder bis zu einem gewissen Grade ihre Gültigkeit gehabt haben.

Bei den Untersuchungen über die der Mineralbildung in den trockenen Schmelzmassen geltenden Gesetze werden wir uns theils auf die von den verschiedenen früheren Forschern gegebenen Resultate stützen, — theils werden wir ein Resumée meiner früheren Untersuchungen auf diesem Gebiete¹⁾ liefern, — und theils werde ich einige neue Beobachtungen mittheilen. — In den letzteren 2—3 Jahren

¹⁾ Nämlich: 1) Studier over slagger, I (hier später kurz »Schlackenstudien, I« genannt) in Bihang till k. svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. B. 9, 1884 (302 Seiten).

Ein für die Praxis abgepasstes Resumée dieser Arbeit, nebst einigen Zufügungen, 2) »Om slaggers af sammansättningen beroende kristallisations-forhållanden«, in Jernkontorets Annaler, 1885 (129 Seiten).

(Referate dieser Arbeiten finden sich unter anderem in Neuem Jahrb. f. Min. Geol. Pal. 1886, B. I, Seite 47, Zeits. f. Min. Kryst. B. II, 1886, Seite 319, Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1885, No. 33, Oestreichische Zeitschrift für das Berg- und Hüttenwesen, 1886, No. 29 & 30, — weiter in der Abhandlung von R. Åkerman »Om värmebehoven för olika masugnsslaggers smältning« (Ueber die zur Schmelzung der verschiedenen Hochofenschlacken nöthigen Wärmemengen) in Jernkontorets Annaler, 1886; deutsch in Stahl und Eisen, 1886, übertragen).

3) Om kunstig dannelse af glimmer. Kristiania Videnskabselskabs Forhandlinger, 1887.

4) Einige Bemerkungen über die Zusammensetzung krystallisirter Schlacken. Berg- und Hüttenmännische Zeitung. 1888, April & Mai.

habe ich die von mir früher angefangenen Studien über die bei verschiedenen technischen Processen gefallenen Schlacken fortgesetzt; weiter habe ich ziemlich viele im Laboratorium mit Absicht dargestellten Schmelzmassen mineralogisch untersucht. Besonders werde ich hier erwähnen, dass mein hochverehrter Lehrer und Freund Prof. Åkerman in Stockholm die Güte gehabt hat mir das Originalmaterial zu seiner Arbeit über die Schmelzwärme der Schlacken¹⁾ zu Disposition zu stellen. Bei seinen Untersuchungen wurde ca. 200 gram von den verschiedenen Silikatschmelzmassen, — nämlich $\text{CaO} \& \text{MgO}$ -, $\text{CaO} \& \text{MnO}$ - und $\text{CaO} \& \text{Al}_2\text{O}_3$ -Silikaten, — in Graphittiegeln, die inwendig mit einem Brei von Holzkohlen und Sirup ausgefüttert waren²⁾, in einem Injektor-Gasofen nach der Konstruktion von Fletscher eingeschmolzen; ungefähr die Hälfte wurde in eine kupferne Röhre (ca. 20 cm. lang und ca. 3 cm. weit) eines mit Wasser gefüllten Calorimeters eingegossen, während die andere Hälfte in dem Graphittiegel zur Abkühlung gelassen wurde. Nach den Temperaturmessungen bei dem Calorimeter beanspruchte die Abkühlung bis zu ca. 100° C. der in die kupferne Röhre eingegossen Masse nur einige Minuten, vielleicht nur 3—5 Minuten; nach einer Zeit von ca. 20 Minuten hatte die ganze Masse die Temperatur (ca. 20—25° C.) des Kühlwassers angenommen. — Die in dem Tiegel zurückgelassene Masse wurde ohne weiteres sich selbst überlassen; die Abkühlung bis zu ca. 100° C. beanspruchte eine Zeit von ungefähr eine Stunde, vielleicht etwas mehr oder weniger. — Die mikroskopische Untersuchung dieser Schmelzproducte sind theils an Präparaten

1) Om värmebehovven för olika masugnsslaggers smältning (Ueber die zur Schmelzung der verschiedenen Hohofenschlacken nöthigen Wärmemengen), in Jernkontorets Annaler, 1886; deutsch in Stahl und Eisen, 1886, übertragen.

2) Dadurch wurde die Anfressung der Tiegelwände verhindert.

der in dem Calorimeter und theils der in den Tiegeln abgekühlten Masse ausgeführt; der Kürze wegen werden wir bei der späteren Beschreibung diese Präparate, von denen in Anzahl ca. 70 vorliegen, durch resp. C. (Calorimeter) und T. (Tiegel) bezeichnen.

Bei einigen von mir im metallurgischen Laboratorium zu Kristiania angestellten mineralsynthetischen Schmelzversuchen habe ich Tiegel von derselben Sorte wie Åkerman benutzt; die Schmelzungen wurden theils in einem Fletschers Gasofen, theils in einem Sefströms Windofen ausgeführt; die Abkühlung wurde in einer Zeit von 3—4 Stunden zu Ende gebracht.

Endlich werde ich auch hier bemerken, dass ich bei einem Aufenthalt (April—Mai 1885) an Collège de France, Paris, durch die Freundlichkeit und Gefälligkeit des Herrn Professor F. Fouqué Gelegenheit gehabt habe einen grossen Theil der Originalpräparate mehrerer französischen Mineralsynthetiker zu studiren; mit seiner Erlaubniss werden hier einige meiner Notizen diese Präparate betreffend publicirt.

Um die Abhandlung nicht unnöthig zu beschweren werden wir, wo es sich um die für uns nicht besonders nennenswerthe Literatur handelt, auf die ausführlichen Literaturangaben in den Uebersichtsarbeiten von F. Fouqué & Michel Lévy, L. Bourgeois und H. Rosenbusch hinweisen.

I.

Ueber die Gesetze der Mineralbildung in trockenen Schmelzflüssen.

Wir werden hier zuerst die bei der Abkühlung von Schmelzmassen sich ausscheidenden Mineralien kurz erwähnen und zum Schluss die chemischen und physikalischen Bedingungen der Mineralbildung in einem besonderen Abschnitt behandeln.

Die Mineralien der Olivingroupe.

Bei der Abkühlung von basischen Schmelzmassen kann sich bekanntlich bilden:

Forsterit, Mg_2SiO_4 , — *Fayalit*, Fe_2SiO_4 , — eigentlicher *Olivin*, $(Mg, Fe)_2SiO_4$, — *Tephroit*, Mn_2SiO_4 , — $(Mn, Mg, Fe)_2SiO_4$, — daneben auch verschiedene kalkhaltige *Olivine*, $(Ca, R)_2SiO_4$, wo $R = Mg, Fe, Mn$.

Die Reproduction der *MgO*- und *FeO*-Olivine gelingt so leicht und ist von verschiedenen Forschern so oft wiederholt worden, ebenso wie nicht nur der *Fayalit*, sondern auch die *MgO*- und *MgO & FeO*-Olivine so oft in Schlacken angetroffen worden sind, dass wir uns vorläufig damit begnügen können auf die ältere Literatur hinzuweisen. — Ebenso lassen sich der *Tephroit* und die *MnO*- & *FeO*- oder *MgO*-Olivine äusserst leicht durch Schmelzung darstellen¹⁾.

¹⁾ Siehe unter anderem:

L. Bourgeois, Reproduction, par voie ignée, d'un certain nombre d'espèces minérales appartenant aux familles des silicates, des titanates et des carbonates. Thèses etc. Paris 1883. Später kurz Thèses etc. genannt.

H. Laspeyres. Künstliche Krystalle von Mangan-Eisen-Olivin. Zeits. f. Kryst. Min. B. 7. 1883.

I. H. L. Vogt. »Schlackenstudien, I«.

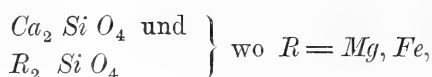
Dagegen mag es fraglich sein, ob ein reiner Kalk-Olivin, $Ca_2 SiO_4$, dargestellt worden ist oder sich überhaupt bei Schmelzung darstellen lässt. — H. Le-Châtelier¹⁾ giebt an, dass er Kalk-Olivin (péridot calcaire) durch Schmelzung von SiO_2 und $2 CaO$ in $CaCl_2$ reproducirt habe, ohne jedoch eine detaillirte Beschreibung anzufügen; ebenso glaubt er dasselbe Mineral in Portland-Cement angetroffen zu haben. Aus seiner ganz kurzen Beschreibung kann man jedoch nicht mit Sicherheit den Schluss ziehen, dass sein Mineral in der That von $Ca_2 SiO_4$ besteht, und dass es mit Olivin isomorph ist; möglicherweise hat er mit dem hier später zu beschreibenden tetragonalen Kalksilikat, das sich in chemischer Beziehung von der Verbindung $Ca_2 SiO_4$ durch einen etwas grösseren SiO_2 -Gehalt auszeichnet, zu thun gehabt.

In die natürlichen Olivine geht CaO nur ausnahmsweise hinein und selbst in dem Falle im allgemeinen nur in unbedeutenden Mengen; in den meisten Olivinen, welche aus kalkführenden Magmata, z. B. in den jüngeren, basischen Eruptivgesteinen, ausgeschieden worden sind, findet sich kein CaO ;²⁾ gelegentlich jedoch treffen wir kleine Mengen CaO in den natürlichen MgO - und FeO -Olivinen²⁾, nur die natürlichen Tephroite scheinen durchschnittlich etwas mehr CaO , in wechselnden Verhältnissen, zu enthalten. — Das bis jetzt nie in den Eruptivgesteinen, sondern nur in metamorphischen Kalksteinen (bei Monte Somma, Vesuv und

¹⁾ H. Le-Châtelier. Recherches expérimentales sur la constitution des ciments et la théorie de leur prise. Comptes rendus. 1882. t. XCIV. Seite 867.

²⁾ K. Oebbeke (Beiträge zur Kenntnis des Paläopikrits und seiner Umwandlungsproducte, Würzburg, 1877) giebt eine Analyse von einem MgO - & FeO -Olivin mit nicht weniger als 14.00 % CaO ; da jedoch nur 20 Milligramm zu der Analyse eingewogen wurde, und weil dabei das Verhältniss $Si : R_2$ nicht unwesentlich von 1 abweicht, kann man zu der Analyse kein sicheres Vertrauen haben; die CaO -Menge mag möglicherweise von einigen Milligramm eines Kalksilikats herühren.

Monzoni) gefundene Mineral Monticellit, das immer aus ganz gleichen Theilen



besteht, wird bekanntlich zu der Olivingruppe gerechnet; es ist rhombisch, die Krystalle sind von den an den Olivinen am häufigsten auftretenden Flächen begrenzt, und die physikalischen Eigenschaften stimmen im grossen mit denjenigen der Olivine überein. Der morphotrope Einfluss der Base CaO giebt sich durch ein relativ stark verändertes Achsenverhältniss kund, wie es aus den folgenden Winkelangaben hervorgeht:

	Forsterit ¹⁾	Eigentlicher Oliver	Fayalit ²⁾	Monticellit ³⁾
$\infty P : \infty P$	130° 9'	130° 0'	130° 27'	132° 54'
		130° 5'	130° 35'	133° 6½'
		130° 4'		
$2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty$	80° 58'	80° 54'	81° 30'	82° 18'
		80° 50'	81° 27½'	81° 57'
		80° 53'		

Nach meinen Untersuchungen geht die Base CaO bis zu einem gewissen Grade viel leichter und viel öfter in die durch Schmelzung künstlich dargestellten Olivine als in die durch Abkühlung der basischen Eruptivgesteinen sich aus-

¹⁾ Ueber die Winkelangaben des Forsterits, des eigentlichen Olivins (resp. von dem Pallaseisen, von Egypten und von der Somma) und die erste Angabe des Fayalits siehe die Zusammenstellung von Max Bauer in »Krystallographische Studien an Hyalosiderit und Forsterit«, Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal. 1887. B. I.

²⁾ Die zweite Angabe der Winkel des Fayalits nach früheren Messungen von mir, »Schlackenstudien, I«.

³⁾ Nach den Messungen von resp. Brooke und G. v. Rath.

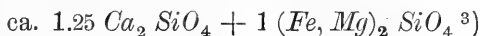
scheidenden Olivine hinein. Um dies zu beweisen werden wir einige in verschiedenen Schlacken angetroffenen kalkreichen Olivine erwähnen.

Eine von mir in »Schlackenstudien, I«, Seite 66—69, früher beschriebene Schlackenmasse von Gässjö Hohofen, Schweden (1859), die aus

SiO_2	34.30	Analyse No. 1. Sauerstoffverhältniss ¹⁾ 1.03. $Si : R = 1 : 1.90$. $CaO : FeO, MgO, MnO = 5.53 : 4.47$
$Al_2 O_3$	0.78	
CaO	33.72	
MgO	4.68	
MnO	0.86	
FeO	25.64	
Sum	99.98	

besteht, enthält nach der mikroskopischen Untersuchung:

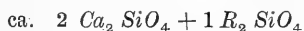
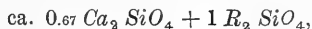
1) Ein Olivinmineral, licht gelbbraun, in bis ca. 5 mm. langen, scharf begrenzten Krystallen, ca. 80 % der ganzen Masse ausmachend; 2) Magnetit, ca. 1—2 % der ganzen Masse; 3) ein drittes Mineral, zuletzt ausgeschieden, das nicht mit Sicherheit bestimmt werden kann, und 4) Glas. — Weil das Olivinmineral einen so bedeutenden Theil der ganzen Masse ausmacht, muss es nothwendigerweise sehr viel $Ca_2 SiO_4$, neben $(Fe, Mg)_2 SiO_4$, enthalten; wahrscheinlich ist die Zusammensetzung ungefähr:



¹⁾ $Al_2 O_3$ als Base gerechnet. Ueber die Berechnung siehe später.

²⁾ Die Analyse ist von D. A. Kruhs, Bergskolan, Stockholm, (in 1860) ausgeführt worden. Kleine Mengen von $Fe_2 O_3$ sind in FeO einbegriffen.

³⁾ Falls die Restmasse aus resp. reinem Kalk- und reinem Eisenoxydul-Magnesia-Silikate bestünde, würde der Olivin aus resp.



zusammengesetzt sein. In der That muss die Zusammensetzung zwischen diesen äusseren Grenzen liegen.

In einem Drusenraum sitzen einige frei entwickelten Krystalle, die von den Flächen ∞P . $2\check{P}\infty$. $\infty\check{P}\infty$ begrenzt sind; die Krystalle sind nicht, wie es im allgemeinen mit denjenigen durch Schmelzung dargestellten MgO - und FeO -Olivinen der Fall ist, tafelförmig nach $\infty\check{P}\infty$, sondern säulenförmig nach $2\check{P}\infty$.

Die Krystalle lassen sich mit einer Genauigkeit von ein Paar Minuten messen.

Der beste Krystal (No. 1) gab:

	Erste Repitition	Zweite Repitition
$\infty P : \infty P$	$132^{\circ} 48\frac{1}{2}$	$132^{\circ} 48\frac{1}{2}$
$\infty P : \infty\check{P}\infty$	$66^{\circ} 25\frac{1}{2}$	$66^{\circ} 26$
$\infty P : \infty\check{P}\infty$	$180 \div 66^{\circ} 22\frac{1}{2}$	$180 \div 66^{\circ} 22\frac{1}{2}$
$2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty$	$81^{\circ} 41\frac{1}{2}$	$81^{\circ} 41\frac{1}{2}$
$2\check{P}\infty : \infty\check{P}\infty$	$40^{\circ} 51$	$40^{\circ} 49\frac{1}{2}$
$2\check{P}\infty : \infty\check{P}\infty$	$180 \div 40^{\circ} 50\frac{1}{2}$	$180 \div 40^{\circ} 51$

Krystal No. 2, nicht ganz so gut, gab:

$$\begin{aligned}\infty P : \infty P &= 132^{\circ} 51 \\ \infty P : \infty\check{P} &= 66^{\circ} 25\frac{1}{2} \\ 2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty &= 81^{\circ} 40\frac{1}{2} \\ 2\check{P}\infty : \infty\check{P}\infty &= 180 \div 81^{\circ} 40\frac{1}{2}\end{aligned}$$

Als das wahrscheinliche Resultat dieser durchgängig sehr gut übereinstimmenden Messungen bekommen wir, wenn vorzugsweise Rücksicht auf die guten Flächen genommen wird:

$$\begin{aligned}\infty P : \infty P &= 132^{\circ} 49\frac{1}{2} \\ 2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty &= 81^{\circ} 41\frac{1}{2}\end{aligned}$$

und folglich das Achsenverhältniss:

$$a : b : c = 0.43663 : 1 : 0.57832$$

Zu bemerken ist, das CaO hier im wesentlichen dieselbe morphotropische Wirkung ausgeübt hat wie bei dem natürlichen Monticellit.

Zu demselben Resultat gelangen wir auch bei der Untersuchung einiger basischen, an CaO und MnO sehr reichen Martinschlacken (von basischem Martin) von Denain Eisenwerke, Nord-Frankreich, ebenso bei der Untersuchung einiger basischen, CaO , MnO und MgO -führenden Hohofenschlacken von Schisshyttan, Schweden.

Die Zusammensetzung der betreffenden Martinschlacken von Denain zu der Zeit, aus welcher die zu Untersuchung vorliegenden Proben stammen¹⁾, ist ungefähr dieselbe, wie die zwei folgenden Analysen (No. 2 und 3), die mir von dem Eisenwerke gütigst mitgetheilt wurden, ausweisen.

	No. 2	No. 3
SiO_2	38.80	31.30
Al_2O_3	2.12	5.92
Fe_2O_3	1.60	1.40
FeO	5.58	8.64
MnO	19.54	15.91
MgO	4.10	0.98
CaO	31.30	33.40
S	0.15	0.15
P_2O_5	0.98	1.88
Sum	99.15	99.58
Sauerstoffverh. ²⁾	1.02	0.90
$Si : R$	1 : 1.79	1 : 1.75
$CaO : (Mn, Fe, Mg) O$	5.53 : 4.47	6.21 : 3.79

¹⁾ Die Proben wurden von mir bei einem Besuch an dem Werke im Juni 1885 gesammelt.

²⁾ Al_2O_3 und Fe_2O_3 als Base gerechnet; ohne Rücksicht auf P_2O_5 und S .

Das aus den Schlacken ausgeschiedene Olivinmineral ist stabförmig, mit einer Länge von bisweilen mehreren cm. und mit einer Breite von ca. 0.5—1.5 mm. Hier wie auch im allgemeinen sonst, wo sich bei der Abkühlung stabförmige Krystalle bilden, stehen die Längenrichtungen der Stäbe in einer breiten Zone in der Nähe der Abkühlungsflächen genau senkrecht zu diesen; in der Mitte der grossen Schlackensteine dagegen finden sich offene Räume, die mit frei entwickelten Krystallen bekleidet sind. Mikroskopische Präparate, senkrecht und parallel der Stabrichtung geschnitten, zeigen, dass unser Mineral optisch zweiachsig ist, — dass es rhombische Auslöschung zeigt, — dass die Querschnitte von Flächen, welche $2\tilde{P}\infty$ und $\infty\tilde{P}\infty$ bei Olivin entsprechen, begrenzt sind, — dass die optischen Achsen in der OP entsprechenden Fläche liegen, — dass die Längenschnitte an den Enden von einer Fläche mit Winkel ca. 130° , also ∞P entsprechend, begrenzt sind; dabei sind die Interferenzfarben, das Aussehen und der Habitus ganz wie bei den gewöhnlichen Schlacken-Olivinen. Es unterliegt also keinem Zweifel, dass wir hier mit einem Olivinmineral zu thun haben, dass die Krystalle von $\infty P. \infty\tilde{P}\infty. 2\tilde{P}\infty$ begrenzt sind, und dass sie nach der Brachyachse stabförmig ausgezogen sind. — Der mikroskopischen Untersuchung zufolge enthält die Schlacke ca. 70 % von dem Olivinmineral und ca. 30 % Glas; weil die $Al_2 O_3$ -, $Fe_2 O_3$ -, $P_2 O_5$ -Mengen gänzlich im Glase stecken, und weil dabei das Magma mehr CaO als MnO , FeO und MgO zusammen enthält, muss nothwendigerweise ein sehr bedeutender Theil des Kalks in den Olivin hineingegangen sein; wahrscheinlich besteht der Olivin aus den verschiedenen Singulosilikaten in dem Verhältniss



Der Winkel $2\tilde{P}\infty : 2\tilde{P}\infty$, bisweilen auch $2\tilde{P}\infty : \infty\tilde{P}\infty$, aber nie $\infty P : \infty P$ oder $\infty\tilde{P}\infty$, lässt sich bei einigen der

frei entwickelten Krystalle ziemlich genau messen. Die Untersuchungen ergaben:

Krystal No. 1 (sehr gut), nach Durchschnitt mehrerer Repetitionen: $2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty = 81^\circ 43'$, $81^\circ 39'$, $100-98^\circ 21'$.
 $2\check{P}\infty : \infty \check{P}\infty = 139^\circ 7'$, $139^\circ 8'$.

Resultat: $2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty = 81^\circ 42'$, mit einer Genauigkeit von ca. 3—5'.

Krystal No. 2 (ganz gut): $2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty = 81^\circ 40'$, mit einer Genauigkeit von ca. 6—8'.

Krystal No. 3: $2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty = 81^\circ 38'$, mit einer Genauigkeit von ca. 5—10'.

Zwei andere nicht gute Krystalle ergaben ca. $81^\circ 45'$ und ca. $81^\circ 34'$.

Das Gesamtergebnis der sämtlichen Messungen ist, dass der Winkel $2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty$ zwischen den Grenzen $81^\circ 35'$ und $81^\circ 45'$ liegt, mit dem wahrscheinlichen Mittel $81^\circ 42'$.

Von den bei der Darstellung von Spiegeleisen gefallenen Hohofenschlacken von Schisshyttan, Schweden, liegt uns eine ganze Reihe vor. Sämtliche sind ziemlich basisch (mit ca. 35 % SiO_2), mehr oder weniger arm an Al_2O_3 und führen CaO , MnO und MgO in bedeutenden, obwohl ziemlich wechselnden Mengen. Je nachdem das Verhältniss $CaO : (Mg, Mn, Fe)O$ variiert, hat sich bald Olivin allein, (Analyse No. 4) und bald Olivin und Melilith gleichzeitig (Analyse No. 5) ausgeschieden; bald endlich ist zuerst Melilith und später Olivin (Analyse No. 156) auskrystallisiert.

	No. 4	No. 5	No. 156
<i>SiO</i> ₂	31.80	36.5	36.71
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	5.33	3.5	11.81
<i>CaO</i>	24.59	33.8	33.46
<i>MgO</i>	5.57	10.0	10.12
<i>MnO</i>	29.86	11.5	6.60
<i>FeO</i>	Spur	0.5	0.57
<i>MnS</i> ¹⁾	3.72	3.8	3.21
Sum	100.87	98.5	102.47
Sauerstoffverhältniss	0.92	1.08	0.95
<i>CaO</i> : (<i>Mg</i> , <i>Mn</i> , <i>Fe</i>) <i>O</i>	4.42 : 5.58	5.9 : 4.1	6.42 : 3.58

No. 4 und 156 sind in dem metallurgischen Laboratorium zu Kristiania, von den resp. Herrn stud. min. C. Borchgrevink und H. Holmsen, No. 5 in der Bergschule zu Stockholm, von J. W. Severt, analysirt worden. — No. 5 und 156 werden später unter Melilith erwähnt.

In No. 4 besteht mindestens 75—80 % der ganzen Masse aus Olivin in grossen (bis 20 mm. langen und 2—3 mm. breiten), stabförmigen, nach der Brachyachse ausgezogenen Krystallen, die von $2\tilde{P}\infty . \infty \tilde{P}\infty . \infty P$ begrenzt sind; der Rest ist Glas mit grünem Monosulfid, (*Mn*, *Ca*) *S*. Aus einer ganz einfachen Berechnung ergiebt sich, dass der ausgeschiedene Olivin bedeutende Mengen von *CaO* enthalten muss.

Dasselbe wiederholt sich auch bei No. 5; an den meisten Stellen dieser Schlacke ist Olivin, mindestens 80—85 % der ganzen Masse, auskrystallisirt; an einzelnen Partien dagegen ist Melilith gebildet worden.

¹⁾ Das Monosulfid ist überall als *MnS* berechnet, obwohl es in der That wahrscheinlich aus einem isomorphen Gemische von *MnS* mit etwas *CaS* besteht.

Aus einer dritten Schlacke, die nicht analysirt worden ist, hat sich gleichzeitig sowohl Olivin als Melilith ausgeschieden; in Drusenräumen sitzen Krystalle beider Mineralien, welche wenigstens theilweise messbar sind. Der Olivin ist hier, wie auch im allgemeinen sonst bei den CaO -reichen Varietäten, nach der Brachyachse ausgezogen und von $2\check{P}\infty : \infty\check{P}\infty : \infty P$ begrenzt; die Flächen der Brachyzone lassen sich mit einer Genauigkeit von ca. 8—10' messen.

Krystal No. 1 (ganz gut) ergab: $2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty = 81^\circ 53', 81^\circ 56', 100 - 98^\circ 9', 100^\circ - 98^\circ 8'$.

Krystal No. 2: $2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty = 82^\circ 2', 81^\circ 56', 100 - 97^\circ 57', 100^\circ - 97^\circ 58'$.

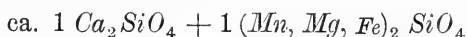
Krystal No. 3 (schlecht): $2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty = \text{ca. } 82^\circ 8'$.

Krystal No. 4 (sehr schlecht): $2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty$ zwischen $81^\circ 30'$ und 82° .

Aus den Messungen an No. 1 und No. 2 geht hervor, dass der Winkel $2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty$ ziemlich genau $= 81^\circ 55'$ ist; jedenfalls ist der Winkel grösser als $81^\circ 45'$ und kleiner als $82^\circ 10'$.

Der Winkel $\infty P : \infty P$ lässt sich nicht genügend genau bestimmen.

Sowohl nach der Analogie von den Schlacken No. 4—5 als auch nach den Winkelverhältnissen ergibt sich, dass der Olivin annähernd aus



besteht.

Um den morphotropen Einfluss von CaO so genau als möglich bestimmen zu können werden wir die Winkel $2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty$ und $\infty P : \infty P$ der verschiedenen bis jetzt bekannten kalkhaltigen Olivine zusammenstellen; zum Vergleich stellen wir daneben die Winkel der natürlichen Fundamentalverbindungen.

	Monticellit $1 Ca_2 SiO_4 :$ $1 (Mg, Fe)_2 SiO_4$	ca. $1.25 Ca_2 SiO_4 :$ $1 (Fe, Mn)_2 SiO_4$	ca. $1 - 1.25 Ca_2 SiO_4 :$ $1 (Mn, Fe)_2 SiO_4$	ca. $1 Ca_2 SiO_4 :$ $1 (Mn, Mg)_2 SiO_4$
$2\tilde{P}\infty : 2\tilde{P}\infty$	$81^\circ 57'$ $82^\circ 18'$	$81^\circ 41\frac{1}{2}'$	$81^\circ 42'$	ca. $81^\circ 55'$
Zum Vergleich	$Mg_2 SiO_4$ $80^\circ 58'$	$Fe_2 SiO_4$ $81^\circ 27\frac{1}{2}'$	$(Mn, Mg)_2 SiO_4^{1)}$ $80^\circ 12\frac{1}{2}'^{2)}$	$(Mn, Mg)_2 SiO_4$ $80^\circ 12\frac{1}{2}'$ $Mg_2 SiO_4$ $80^\circ 58'$

¹⁾ Nach Hj. Sjögren. Geol. för förh. B. 6, 1883.

²⁾ G. Flink (Mineralogiska Notiser, H, Bihang till k. svenska Vet.-Akad. Handl. B. 13, 1888) hat bei Tephroit von Pajsberg $a : b : c = 0.4621 : 1 : 0.5914$ bestimmt, woraus $2\tilde{P}\infty : 2\tilde{P}\infty = 80^\circ 25'$ erfolgt. (Zusatz beim Korrekturlesen).

	1 $Ca_2 SiO_4$:	ca. 1.25 $Ca_2 SiO_4$:
	1 $(Mg, Fe)_2 SiO_4$.	1 $(Fe, Mn)_2 SiO_4$.
$\infty P : \infty P$	132° 54'	132° 49½'
	133° 6½'	
	$Mg_2 SiO_4$	$Fe_2 SiO_4$
$\infty P : \infty P$	130° 9'	130° 35'

Hieraus ergibt sich, dass die Winkel bei den vorliegenden kalkreichen Olivinen überall beinahe gleich gross sind, gleichgültig ob in dem anderen Glied der Zusammensetzung $R = Mg, Fe$ oder Mn sei. In der Zone der Brachyachse weicht der Winkel $2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty$ bei den kalkhaltigen Olivinen um resp. ca. 2°, ca. ¼°, ca. 1½°, ca. 1½° ab von dem Winkel derjenigen reinen R_2SiO_4 -Verbindungen, die in der beträchtlichsten Menge in die Olivine hineingehen. Die Veränderungsunterschiede sind also ziemlich variierend, während dagegen das Endresultat überall beinahe dasselbe ist; nehmen wir 81° 55' als Normal, haben wir nur Variationen von resp. + 0° 2' (0° 23'), ÷ 0° 13½', ÷ 0° 13', ca. 0° 0'. Die innere Ursache dieser guten Uebereinstimmungen ist wahrscheinlich erstens darin zu suchen, dass CaO einen dominirenden Einfluss auf die Winkelverhältnisse des Olivins ausübt, und zweitens darin, dass das Olivinmineral in den vorliegenden vier Fällen überall ziemlich genau aus 1 Theil $Ca_2 SiO_4$ zu 1 Theil $R_2 SiO_4$ besteht.

Eines der Schmelzprodukte der Åkerman'schen Serie (No. LXXI_D, in dieser Arbeit als No. 38 angeführt) besteht, wenn wir keine Rücksicht auf die kleinen Mengen von $Al_2 O_3$, MnO , FeO nehmen, genau aus

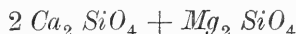


hier wäre der eigentliche Monticellit zu erwarten. Aus der

mikroskopischen Untersuchung ergibt sich, dass beinahe die ganze Masse zu einem Mineral übergegangen ist, das durch folgende Kriterien gekennzeichnet wird: es ist kurz stabförmig (Länge ca. 1 mm., Breite ca. 0.2 mm.), mit rhombischer Auslöschung; die Querschnitte sind von Flächen, entsprechend $2\check{P}\infty$ und $\infty\check{P}\infty$ bei Olivin, und die Längenschnitte von Flächen, entsprechend $\infty\check{P}\infty$ und ∞P , begrenzt; die Querschnitte, $\neq \infty\bar{P}\infty$, stehen auf einer Bissectrix senkrecht. Nach diesen Kriterien und weil das Mineral in einem Magma $R_2 SiO_4$, wo $R = Mg + Ca$, ausgeschieden ist, unterliegt es keinem Zweifel, dass es zu der Olivingruppe zu rechnen ist. Dagegen können wir nicht den Schluss ziehen, dass in dem Mineral R genau $= Mg + Ca$ ist, indem nicht die ganze Masse, sondern nur ca. 90 %, sich in das betreffende Mineral umgebildet hat; der Rest ist Glas, möglicherweise mit Spuren von einem anderen Mineral. Unser Olivin kann jedoch nur ganz unbedeutend von dem Monticellit ($Mg_2 SiO_4 + Ca_2 SiO_4$) abweichen, möglicherweise ist er damit absolut identisch.

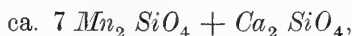
H. Le Châtelier (l. c.) giebt an, dass er durch Schmelzung Monticellit dargestellt hat; es mag allerdings fraglich sein, ob in den erhaltenen Krystallen R genau $= Mg + CaO$ sei.

Bei No. XXXV_D (Analyse No. 39) der Åkerman'schen Serie, die annähernd aus



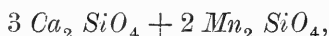
besteht, ist auch beinahe die ganze Masse zu einem Mineral hinauskrystallisiert, das wahrscheinlich zu den Olivinen gehört; ganz sicher lässt es sich jedoch nicht beweisen, indem es in ziemlich kleinen (bis ca. 0.2 mm. langen), nicht scharf begrenzten Individuen auftritt. — Das Mineral zeigt rhombische Auslöschung, Interferenzfarben und Aussehen wie Olivin; genauere Untersuchung unmöglich.

CaO- & *MnO*-Singulosilikate der Åkerman'schen Serie.
No. 27_D (Analyse No. 36),



besteht aus typischen, grossen, bis ca. 3 mm. langen Olivintafeln mit unbedeutenden Spuren von Glas; der Olivin enthält folglich etwas *CaO*.

No. 19_D (Analyse No. 37),



ist durch und durch krystallinisch; das ausgeschiedene Mineral zeigt rhombische Auslöschung, Interferenzfarben und Aussehen wie Olivin, tritt jedoch, ganz wie bei No. XXXV, in so winzigen Individuen auf, dass es sich nicht ganz sicher bestimmen lässt.

Aus den eben genannten Ursachen werden wir später auf No. XXXV und No. 19 keine Rücksicht nehmen.

Aus den bis jetzt beschriebenen olivinführenden Schmelzprodukten darf man nicht etwa den Schluss ziehen, dass der in den basischen, *CaO*-haltenden Magmata sich auscheidende Olivin immer oder bei weitem in den meisten Fällen *CaO* in mehr oder weniger bedeutenden Mengen enthalten muss; im Gegentheil, dies scheint nur gelegentlich, obwohl nicht ganz selten, einzutreten. Ein sicheres Unterscheidungsmerkmal zwischen den *CaO*-freien (oder *CaO*-armen) und den *CaO*-reichen Olivinen geben die Winkel $2\tilde{P}\infty : 2\tilde{P}\infty$ und $\infty P : \infty P$; dabei scheinen die durch Schmelzung dargestellten *CaO*-reichen Olivine immer oder wenigstens in den meisten Fällen nach der Brachyachse stabförmig zu sein, während dagegen die gewöhnlichen *MgO*, *FeO*-oder *MnO*-Olivine beinahe ohne Ausnahme tafelförmig nach $\infty \tilde{P}\infty$ sind.

Derjenige in den olivinführenden Schlacken No. 6–35 ausgeschiedene Olivin ist in beinahe sämtlichen Fällen ganz dünn tafelförmig, nach $\infty\check{P}\infty$, scheint also nicht oder nur ganz wenig CaO zu enthalten; in Uebereinstimmung hiermit finden wir auch, dass in denjenigen thonerdarmen, kalkreichen Schmelzmassen (z. B. No. 18, 19, 20, 21, 23), die im ganzen ziemlich genau nach der Formel $R_2 SiO_4$ entwickelt sind, nicht etwa die ganze Masse, sondern nur ein ziemlich unbedeutender Theil als Olivin hinauskrystallisiert ist. In mehreren Fällen, (z. B. in den stark CaO -reichen Schlacken No. 18, 19, 20, 22) hat sich zuerst ein nach $\infty\check{P}\infty$ tafelförmig ausgebildeter Olivin und späterhin ein anderes Mineral ausgeschieden, das nach den freilich ziemlich spärlich zu ermittelnden Eigenschaften (Auslöschung, Interferenzfarben, Skelettaufbauung) mit Melilith identisch zu sein scheint. Die in Drusenräumen sitzenden tafelförmigen Krystalle lassen sich bisweilen messen, obwohl selten mit grosser Genauigkeit. Einige Krystalle von der Schlacke No. 21 (Tobo, Schweden) ergaben (nach früheren Messungen von mir, cfr. »Schlackenstudien, I«):

$$\infty P : \infty P = 130^\circ 27'$$

$$2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty = 81^\circ 5'$$

$$2\check{P}\infty : \infty\check{P}\infty = 180^\circ - 40^\circ 33'$$

$$180^\circ - 40^\circ 32'$$

$$\text{Genauigkeit ca. } \frac{1}{4}^\circ.$$

P. W. von Jereméjew¹⁾ hat einige Olivine von Hohofenschlacken (welche selbstverständlich mehr oder weniger CaO enthalten haben) von einem russischen und einem finländischen Eisenwerke mit folgendem Resultat gemessen:

¹⁾ Künstlicher Olivin. Verh. d. k. russ. min. Ges. St. Petersburg, B. 15, 1879; Referat i Zeits. f. Kryst. und. Min. B. 4, 1880.

Von Niznig-Tagil	Dalsbruk pr. Åbo
$\infty P : \infty P = 130^{\circ} 7'$	$130^{\circ} 5'$
$2\check{P}\infty : 2\check{P}\infty = 80^{\circ} 56'$	$80^{\circ} 54'$

Aus diesen Bestimmungen geht hervor, dass die betreffenden Krystalle beinahe reine *MgO*-Olivine gewesen sind.

Nach den vorliegenden Untersuchungen können wir nicht detaillirt angeben, wesshalb die *CaO*-Base bei den durch relativ schnelle Abkühlung auf künstlichem Wege hervorgegangenen Olivinen bald in die Constitution in bedeutender Menge hineingeht und bald nicht; jedoch scheint es, dass wir einige Ursachen ausfindig machen können. Die Aufnahme von *CaO* in das Mineral wird nach den angegebenen Erfahrungen von einer sehr schnellen Abkühlung und von einem bedeutenden *CaO*-Gehalt in der ursprünglichen Schmelzmasse befördert; dabei scheint es von grosser Bedeutung zu sein, ob das Magma selbst ziemlich genau aus R_2SiO_4 , wo $R = Ca, Mg, Fe, Mn$, besteht, indem in diesem Falle die *CaO*-Base relativ leicht in das Mineral hineingeht, während in Schmelzmassen, welche bedeutende Mengen von Al_2O_3 enthalten, oder welche mehr SiO_2 als Singulosilikat führen, vorzugsweise ein reiner $(Mg, Fe, Mn)O$ -Olivin, ohne *CaO*, ausgeschieden wird.

An und für sich haben unsere bis jetzt gelieferten Untersuchungen über den *CaO*-Gehalt der Olivine hauptsächlich nur ein krystallographisch-mineralogisches Interesse; nach der Analogi von etwa entsprechenden Erscheinungen bei anderen Mineralien können sie doch auch, wie wir später zeigen werden, von Bedeutung für die allgemeinen Gesetze der Mineralbildung werden; desswegen haben wir diesen Abschnitt ziemlich ausführlich behandelt.

Ueber den *ZnO*-Gehalt der künstlichen Olivine verweise ich auf »Schlackenstudien, I« (Seite 73—76); cfr. auch die Analysen No. 30 und 31.

Die krystallographischen Gesetze der skelettförmigen Aufbaurichtungen oder der Wachstumsrichtungen der Olivine sind ebenfalls ziemlich ausführlich früher in »Schlackenstudien, I« besprochen worden; dort findet sich auch eine detaillierte Beschreibung der meisten hier angeführten olivinhaltigen Schlacken.

In den jetzt aufzustellenden olivinhaltenden Schlacken und den im Laboratorium dargestellten Schmelzmassen bildet Olivin überall das zuerst ausgeschiedene Silikatmineral; der Rest ist in den meisten Fällen Glas, in einzelnen Fällen hat sich dagegen später als Olivin ein anderes Mineral, wie Augit (z. B. bei No. 8, 9, 27, 28, 41, wahrscheinlich auch bei No. 6, 11, 40), Rhodonit (No. 29) oder Melelith (?) (z. B. No. 18, 19, 20, 22) gebildet; die Mutterlauge ist überall als Glas erstarrt. Das in sehr vielen Schlacken auftretende Monosulfid (cfr. »Schlackenstudien, I«), das regulär krystallisiert, ist früher als Olivin ausgeschieden worden; dasselbe gilt auch von dem in No. 23, 30 und 31 auftretenden Spinell. Magnetit erscheint in den gleichzeitig Fe_2O_3 - und FeO -führenden Rohschlacken, No. 30—35.

Von den olivinführenden Schlacken sind No. 6—19 und 21—26 in der Bergschule zu Stockholm (cfr. »Schlackenstudien, I«) und No. 20, 27—29 im metallurgischen Laboratorium zu Kristiania analysiert worden. FeO -reiche, Fayalitenthaltende Schlacken sind so oft in der Literatur beschrieben worden, dass wir uns hier mit ein Paar Analysen begnügen können.

Analysen von olivinführenden Schlacken.

Hohofen-Schlacken, mit

MgO- oder *MgO*- & *MnO*-Olivin, eventuel mit *CaO*.

	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12
<i>SiO</i> ₂	52.10	52.32	48.95	48.50	47.00	46.72	47.16
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	5.74	5.77	7.75	3.40	2.40	4.36	5.83
<i>CaO</i>	13.40	15.05	21.55	20.14	26.75	19.10	21.79
<i>MgO</i>	23.34	24.39	18.18	23.79	18.10	18.37	22.18
<i>MnO</i>	2.76	1.53	0.91	0.85	4.46	11.16	2.14
<i>FeO</i>	1.16	0.81	0.77	2.60	0.45	0.70	0.77
<i>K</i> ₂ <i>O</i>					0.62		
<i>Na</i> ₂ <i>O</i>					0.41		
Sum	98.50	99.87	98.11	99.28	100.19	100.41	99.87
Sauerstoffverh. . . .	1.66	1.62	1.50	1.47	1.45	1.43	1.36
<i>CaO</i> : (<i>Mg</i> , <i>Mn</i> , <i>Fe</i>) <i>O</i> .	2.73 : 7.27	2.95 : 7.05	4.46 : 5.54	3.59 : 6.41	4.78 : 5.22	3.53 : 6.47	3.95 : 6.05

	No. 13	No. 14	No. 15	No. 16	No. 17	No. 18	No. 19
<i>SiO</i> ₂	44.40	43.78	44.68	43.99	42.83	42.90	43.80
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	8.92	3.71	3.99	3.91	3.84	9.97	5.92
<i>CaO</i>	24.35	24.17	27.39	24.06	28.80	26.35	27.27
<i>MgO</i>	11.41	16.11	17.86	21.76	17.45	12.26	20.70
<i>MnO</i>	8.59	9.11	5.62	4.90	5.44	7.32	2.00
<i>FeO</i>	1.03	2.44	0.43	1.30	1.48	0.77	0.52
<i>CaS</i>		0.09					0.056
<i>P</i> ₂ <i>O</i> ₅							0.013
Sum	98.70	99.41	99.97	99.92	99.84	97.57	100.28
Sauerstoffverh.	1.33	1.32	1.31	1.25	1.23	1.21	1.20
<i>CaO</i> : (<i>Mg</i> , <i>Mn</i> , <i>Fe</i>) <i>O</i> .	5.05 : 4.95	4.34 : 5.66	4.79 : 5.21	4.06 : 5.94	4.91 : 5.09	5.28 : 4.72	4.68 : 5.32

	No. 20	No. 21	No. 22	No. 23	No. 24	No. 25	No. 26
SiO_2	43.80	41.45	41.20	36.86	40.91	40.25	46.11
TiO_2						8.55 ¹⁾	2.40
Al_2O_3	9.91	3.69	4.48	9.85	7.84	7.34	4.80
CaO	27.67	31.60	28.79	29.45	8.43	12.91	22.71
MgO	17.96	19.96	22.02	20.24	2.67	26.90	19.98
MnO	0.56	2.30	2.88	0.43	35.65	1.43	1.34
FeO	Spur	0.40	0.47	0.49	0.50	2.40	2.25
K_2O					2.80		
Na_2O					0.60		
CaS					BaO 1.40		
Sum	100.00	99.40	99.59	99.56	100.80	100.03	99.59
Sauerstoffverhältniss	1.18	1.14	1.11	0.91	1.36		
$\text{CaO} : (\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{O}$.	5.20 : 4.80	5.12 : 4.84	4.63 : 5.37	5.04 : 4.96	2.08 : 7.72		

¹⁾ + 0.25 V_2O_5 .

Kupferrohrstein-Schlacken, mit MgO - & FeO -Olivin, eventuel mit CaO .

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	ZnO	FeO	Cu	S	Sum
No. 27	49.03	10.09	13.58	19.11	0.40	5.93	0.03		98.17
» 28	47.23	6.58	12.75	19.81	1.64	6.06	0.46	0.71	95.26
									Rest Alkali.

	No. 27	No. 28
Sauerstoffverhältniss	1.48	1.52
$CaO : (Mg, Fe)O$	3.01 : 6.99	2.82 : 7.18

Martin-Schlacke (»saures« Martin), mit MnO - & FeO -Olivin.

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	MnO	FeO	Sum	Sauerstoffvh.
No. 29	41.23	2.29	1.19	Spur	37.39	22.02	104.12 ¹⁾	1.50

¹⁾ Die Schlacke enthielt etwas metallisches Eisen eingemengt.

Rohstein-Schlacken usw., *FeO*-Olivin enthaltend, eventuell mit *ZnO*, *MgO*, *CaO* usw.

	No. 30 ¹⁾	No. 31 ²⁾	No. 32	No. 33 ³⁾	No. 34 ⁴⁾	No. 35
<i>SiO</i> ₂	28.45	20.7	37.3	33.39	24.40	26.40
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	1.31	2.5	4.6	7.89	4.90	7.50
<i>CaO</i>	3.00	3.9	0.4	7.09	0.53	1.50
<i>MgO</i>	0.84	1.2	1.4	2.35	Spur	Spur
<i>MnO</i>		1.4	0.3	1.14	0.13	
<i>FeO</i>	41.98	48.8	54.1	44.58	66.94	62.55
<i>ZnO</i>	18.55	14.4			0.90	
<i>CuO</i>	0.60	1.2		<i>Cu</i> ₂ <i>O</i> 0.57	0.88	<i>Cu</i> 0.60
<i>S</i>	1.70	4.1				1.66
Sum	100.63	100.4	98.1	99.06	98.78	100.21
Sauerstoffverh. . .			1.34	0.93	0.79	0.76

¹⁾ Mit 0.75 % *SnO*₂, 2.50 % *PbO*, 1.80 % *BaO*. — ²⁾ Mit 3.9 % *PbO*, 0.3 % *BaO*. — ³⁾ Mit 0.05 % *Ag*.

⁴⁾ Mit 0.10 % *CoO*.

Schmelzmassen von den Äkerman'schen Schmelzserien,
Olivin enthaltend.

	<i>MnO-CaO</i> -1. ₀ -Silikat		<i>MgO-CaO</i> -1. ₀ -Silikat		<i>MgO-CaO</i> -1. ₅ -Silikat	
	27	19	LXXI	XXXV	LXIX	CLXII
Äkermans No. . . .	36	37	38	39	40	41
Meine No.		Olivin fraglich		Olivin fraglich		
<i>SiO</i> ₂	30.34	32.90	38.5	37.2	48.4	49.51
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	0.09	0.31	0.4	0.8	0.8	0.90
<i>CaO</i>	6.66	35.07	35.3	44.9	29.0	21.46
<i>MgO</i>	0.25	1.32	25.2	16.1	20.8	27.05
<i>MnO</i>	61.85	29.64	0.1	0.1	0.1	0.07
<i>FeO</i>	0.21	0.47	0.5	0.9	0.9	1.01
<i>Na</i> ₂ <i>O</i>	0.60	0.29				
Sum	100.00	100.00	100.00	100.0	100.00	100.00
Sauerstoffverhältniss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50
<i>CaO</i> : (<i>Mn</i> , <i>Mg</i>) <i>O</i> . .	1.20 : 8.80	6.00 : 4.00	5.00 : 5.00	6.67 : 3.33	5.00 : 5.00	6.38 : 3.62

No. 6. Von Svartnäs¹⁾, 1867 (von C. G. Särnström analysirt). Hier hat sich zuerst ca. 10 % Olivin, in zierlichen, skelettförmigen, bis ca. 0.6 mm. langen, nach dem gewöhnlichen tafelförmigen Typus entwickelten Krystallen ausgeschieden; späterhin ist ein anderes Mineral, nach den mineralogischen Eigenschaften (schiefer Auslöschung, skelettförmigen Aufbauung usw.) zu beurtheilen wahrscheinlich Augit, gebildet worden, — zum Schluss etwas Glas.

No. 7. Von Grönsinka, 1884 (C. G. Särnström).

No. 8. Von Hammarby bei Nora, 1879 (C. G. Särnström). Zuerst ca. 15—20 % Olivin, in bis 1 mm. grossen Individuen; die Zwischenmasse der Olivinkrystalle besteht an den meisten Stellen aus Glas allein, an einigen dagegen aus Augit mit Glas.

No. 9. Von Carlsdal, 1879 (C. A. Thorild). Zuerst ist ca. 25 % Olivin, später Augit in grossen Individuen (durch schiefe Auslöschung, bis ca. 37°, typische Augitquerschnitte, Interferenzfarben usw. erkennbar) gebildet worden, zum Schluss Glas.

No. 10. Von Vestanfors, 1874 (Dr. A. Tamm).

No. 11. Von Vestanfors, 1879 (C. G. Dahlerus). Wo die Schmelzmasse schnell abgekühlt wurde, nämlich an den Seiten der Schlackensteine, findet sich nur Olivin und Glas; in der Mitte der Schlackensteine dagegen scheint Augit nach dem Olivin gebildet zu sein.

No. 12. Von Nykroppa, 1879 (C. G. Dahlerus).

No. 13. Von Vondernberg in Steyermark, 1884 (C. G. Särnström). Olivinmikrolithen in Glas.

No. 14. Von Fliken, 1877 (C. Sandahl). Ebenso.

No. 15. Von Söderfors, 1877 (R. Bergvall). Mit makroskopischen Olivintafeln.

No. 16. Von Tobo, 1864 (G. Bergh). Ebenso.

¹⁾ Wo in dieser Aufrechnung nichts besonderes erwähnt wird, stammen die Schlacken aus schwedischen Hohöfen.

No. 17. Von Söderfors, 1877 (P. W. Moen). Ebenso.

No. 18. Von Vordernberg in Steyermark, 1884 (C. G. Särnström). Zwischen den zuerst ausgeschiedenen Olivinkrystallen liegt ein Mineral, das sich nicht mit Sicherheit bestimmen lässt (wahrscheinlich Melilith), nebst Glas.

No. 19. Von Carlsdal, 1862 (I. F. Lundberg). Zuerst Olivin, späterhin ein Mineral mit hellblauen Interferenzfarben, quadratischem Aufbausystem, Aussehen wie Melilith.

No. 20. Von Egeland pr. Näs in Norwegen, 1881 (O. Sandstad). Zuerst Olivin (bis 1 mm. lange Individuen), später ein Mineral mit genau denselben Eigenschaften wie bei No. 19, also wahrscheinlich Melilith.

No. 21 & 22. Von Tobo, resp. vom Jahre, 1879 (C. G. Särnström) und 1865 (K. R. Winquist). In beiden hat sich zuerst gewöhnlicher Olivin, in gut entwickelten Krystallen, ausgeschieden; Messungen der Krystalle von No. 21 sind früher angegeben. In No. 22 findet sich in den Präparaten zwischen den Olivinkrystallen dasselbe Mineral, das früher in No. 19 und No. 20 erwähnt und selbst als Melilith angenommen wurde; in No. 21 dagegen scheint der Rest zu Monticellit und Glas erstarrt zu sein.

No. 23. Von Bethlehem in Pennsylvanien, 1876 (W. Hesslin). Olivin mit etwas Spinell (ca. $\frac{1}{2}$ %).

No. 24. Von Sunnemo, Wärmland (A. Pihlgrenn). Farbloser *MnO*-Olivin in braunem Glas.

No. 25. Von Lindefors, Småland, 1867 (J. E. Eklund). Mit zahlreichen, schön entwickelten Olivinskeletten.

No. 26. Von Bollsta, 1872 (O. Magni). Makroskopische Olivinkrystalle.

No. 27 & 28. Kupferrohschlacken von Kafvältorp Kupferwerke, Schweden, 1886, (von resp. Herrn stud. min. E. Knutsen und C. Stabell analysirt) (No. 27 früher in »Om kunstigt dannelse af glimmer« gedruckt). — In beiden hat zuerst ca. 15 % Olivin, in grossen Krystallen, und später Augit sich gebildet.

No. 29. Martin-Schlacke (»saures Martin«) von Domnarfvet, 1883 (stud. min. C. Andresen). Makroskopisch sieht man bis 3 cm. grosse Olivintafeln; nach der mikroskopischen Untersuchung hat sich zuerst ca. 30 % Olivin gebildet; zwischen den Olivintafeln ist späterhin sehr viel Rhodonit ausgeschieden worden; hierüber mehr später.

Die Rohstein-Schlacken No. 30—35 (cfr. »Schlackenstudien, I«) stammen von:

No. 30 & 31. Freiberg. FeO - & ZnO -Olivin, nebst Zinkspinell, Magnetit und Monssuefid RS , wo $R=Zn$ usw. (A. W. Stelzner: Zinkspinellhaltige Fayalitschlacken der Freiburger Hüttenwerke. Neues Jahrb. für. Min. Geol. Pal. 1882. I).

No. 32. Långbanshytten, 1849.

No. 33. Kongsberg, 1880.

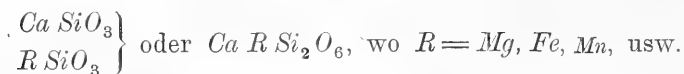
No. 34—35. Fahlun.

Schmelzmassen der Åkerman'schen Serie. — In No. 37 und 39 Olivin fraglich; No. 36 und 38 früher beschrieben. — In No. 41 hat sich zuerst etwas Olivin (ca. 20%) gebildet; der Rest ist an einzelnen Stellen als Glas erstarrt, an anderen hat sich nach dem Olivin ein anderes Mineral, das in Bezug auf Auslöschung, Interferenzfarben, Aussehen dem Augit entspricht, gebildet. — No. 40. Zuerst Olivin, später Augit (?).

Augit.

Der Augit ist bekanntlich sehr häufig künstlich dargestellt worden (z. B. von Berthier, C. Sainte-Claire Deville, Lechartier, Daubrée, F. Fouqué & Michel Lévy, Bourgeois, Doelter) und ebenfalls sehr häufig in Schlacken und ähnlichen Schmelzmassen nachgewiesen worden (z. B. von Mitscherlich, Nöggerath, Leonhard, Rammelsberg, Percy, v. Kobell, G. v. Rath, Vélain, Mallard, N. S. Maskelyne, E. Reynolds & V. Ball L. Gruner, G. J. Brush, P. W. v. Jereméjew und mir). Indem wir im Bezug auf die allgemeinen mineralogischen Eigenschaften des künstlichen Augits auf die vorliegende Literatur hinweisen, — besonders auf »Schlackenstudien, I« die Wachstumsrichtungen der Individuen betreffend, — werden wir zu der Aufgabe hinübergehen die chemische Zusammensetzung der durch Schmelzung dargestellten Augite möglichst genau festzustellen.

Die erste Frage, die uns hier begegnet, ist, ob die künstlichen thonerdefreien Augite, — also die Glieder der Diopsid- und Hedenbergit-Reihe, — immer genau aus



bestehen, oder ob das Mineral einen Ueberschuss von dem reinen CaO - oder dem reinen MgO, FeO, MnO -Silikat gelegentlich enthalten kann. Um dieses Problem erläutern zu können werden wir uns zu den Bisilikat-Schmelzmassen No. 76—81 der Åkerman'schen Serie, mit wechselnden Verhältnissen zwischen CaO und MgO , — binnen den Grenzen $Ca SiO_3 : Mg SiO_3$ und $3 Ca SiO_3 : Mg SiO_3$ — hinwenden.

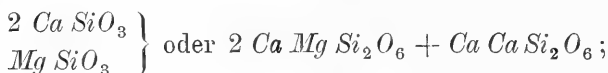
In sämtlichen diesen Proben hat sich der gewöhnliche Augit ausgeschieden, der nach den folgenden Kriterien bestimmt wird: Längenrichtung der Individuen nach der

c-Achse, typische Augitquerschnitte, Spaltbarkeit nach ∞P , monosymmetrische Auslöschung, von einer Schiefe bis ca. $37-40^\circ$, lebhafte Interferenzfarben, Aussehen und Habitus wie Augit. Der einzige Unterschied der einzelnen Präparate besteht darin, dass in denjenigen Fällen, wo $CaO : MgO = 1$ ist, die Individuen etwas grösser sind als da, wo CaO in überwiegender Menge vorhanden ist; um dieses genauer zu erläutern werden wir anführen, dass in No. XXI_D ($CaO : MgO = 1$) die Augite im allgemeinen ca. 0.8–1.3 mm. lang und im Querschnitt ca. 0.4–0.7 mm. breit sind; bei No. XXX_D (ca. $3 CaO : 2 MgO$) und No. XXXI_D ($2 CaO : 1 MgO$) sind die Individuen etwas, obwohl nicht sehr viel kleiner, und endlich bei den an CaO ärmsten Schmelzmassen sind sie ungefähr halb so gross wie im ersten Falle.

Bei No. XXI_D, XXX_D und XXXIII_D (sämmliche aus dem Tiegel, also durch eine relativ langsame Abkühlung hervorgegangen) kann man in den Präparaten selbst bei ziemlich starker Vergrösserung ($^{220}/_1$) keine Spur von Glas entdecken, weder innerhalb der Individuen noch zwischen denselben; dasselbe gilt auch für die grössten Partien der Präparate von No. CXCI_D; an einzelnen Stellen derselben dagegen glaubt man jedoch zwischen den Individuen etwas, obwohl nicht viel, Glas zu sehen. — In den Präparaten der in dem Calorimeter erstarrten Masse der Proben No. XXXI, XXXIII, XXIII findet sich auch etwas Glas zwischen den Individuen, jedoch nur ganz wenig, im Max: ca. 10 %; dies erklärt sich am einfachsten dadurch, dass die Schmelzmasse hier so äusserst schnell, — nämlich in einer Zeit von ca. 3, höchstens 5 Minuten, — abgekühlt wurde, dass die Substanz nicht Zeit hatte sich durch und durch zu individualisieren.

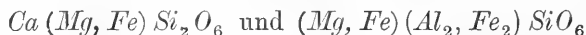
Aus den Untersuchungen geht unzweifelhaft hervor, dass der ausgeschiedene Augit in denjenigen Fällen, wo das Magma mehr CaO als MgO oder als $(Mg, Fe, Mn)O$ enthält,

einen Ueberschuss von dem reinen CaO -Silikat führen muss. In No. XXXIII, wo die ganze Masse sich zu Augit umgebildet hat, besteht unser Mineral ziemlich genau aus



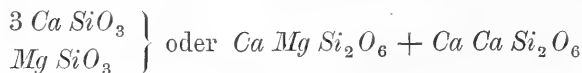
der in No. CXCIH ausgeschiedene Augit enthält einen noch grösseren Ueberschuss von $Ca \text{ SiO}_3$ oder $Ca \text{ Ca Si}_2\text{O}_6$.

Dies hier gewonnene Resultat kann nicht länger befremden, nachdem es durch die Untersuchungen von C. Doelter¹⁾ und A. Merian²⁾ nebst anderen späteren Forschern nachgewiesen worden ist, dass der in den Gesteinen auftretende thonerdehaltende Augit gelegentlich neben



auch ziemlich bedeutende Ueberschüsse sowohl von dem reinen $Ca \text{ SiO}_3$ als von dem reinen $(\text{Mg}, \text{Fe}) \text{ SiO}_3$ enthalten kann.

Wenn die CaO - MgO -Bisilikatschmelzmassen noch etwas mehr CaO als bei No. CXCIH führen, scheidet sich nicht länger Augit, sondern das hexagonale Kalksilikat $Ca \text{ SiO}_3$ oder $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn}) \text{ SiO}_3$ aus; es scheint deswegen, dass der Augit nicht mehr des Kalksilikats als nach der Formel



enthalten kann.

Nach der Analogie von den bis jetzt erhaltenen Resultaten und von den Untersuchungen von Doelter und Merian darf man den Schluss ziehen, dass der thonerdefreie Augit auch etwas Ueberschuss von der Verbindung $(\text{Mg}, \text{Fe}) \text{ SiO}_3$ enthalten kann; sehr viel davon kann jedoch

¹⁾ Verschiedene Abhandlungen in Tschermack's mineral. und petrogr. Mitth., 1879—82.

²⁾ Studien an gesteinsbildenden Pyroxenen. Neues Jahrb. für Min. Geol. Pal. Beilage-Band, III.

nicht in den Augit hineingehen, indem schon bei dem Verhältniss $CaO:3MgO$ in der Schmelzmasse sich nicht länger der monosymmetrische Augit, sondern der rhombische Pyroxen (eventuel ein neues $MgSiO_3$ -Mineral) ausscheidet.

Wir werden uns jetzt zu denjenigen thonerdehaltenden Schmelzmassen, (No. 42—75) wenden, in denen Augit allein oder wenigstens früher als irgend ein anderes Mineral krystallisirt hat, und untersuchen, ob wir die Verbindungsweise der Thonerde¹⁾ bestimmen können²⁾. — Es fragt sich, ob die hier vorliegenden Augite nach der Formel



entwickelt sind, oder ob die Thonerde in irgend einer anderen Weise hinauftritt. — Um dies entscheiden zu können werden wir nachsehen, in welchen der Präparate die ganze Masse sich zu Augit umgebildet hat, und in welchen neben Augit auch Glas oder andere Mineralien sich finden, indem wir bemerken, dass bei den ersten die Analyse der ganzen Schmelzmasse auch für den ausgeschiedenen Augit gilt, während wir nichts bestimmtes über die Zusammensetzung des Augits in denjenigen Fällen aussprechen können, wo das Schmelzprodukt aus Augit in der Begleitung von Glas usw. besteht.

Nach den mikroskopischen Untersuchungen enthalten, was übrigens a priori unbedingt zu erwarten wäre, unsere sämtlichen Augitschlacken, welche saurer sind als Bisilikat

¹⁾ Cfr. hierüber den Abschnitt »Ueber die Verbindungsweise der Thonerde in den Schlackenaugiten«, von mir, in Berg- und hüttenmännische Zeitung, 1888, No. 19.

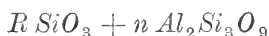
²⁾ Bei den Hohofenschlacken geht das Eisen nur als FeO , nicht als Fe_2O_3 hinein; deswegen brauchen wir uns nicht mit dem Eisenoxyd der Hohofenschlacken zu beschäftigen.

(Metasilikat oder normales Silikat), — o: welche mehr SiO_2 führen als nach der Formel $R SiO_3 + n (Al_2, Fe_2) Si_3O_9$, — immer mehr oder weniger Glas. Dagegen finden wir, dass bei denjenigen Schlacken, nämlich No. 52 und 53, (mit Sauerstoffverh. resp. 2.00 und 1.97), welche ungefähr genau Bisilikate sind, beinahe die ganze Masse zu Augit umgebildet worden ist; die Präparate der zwei No. zeigen nämlich an den meisten Stellen nur ganz verschwindend wenig Glas. Ebenso finden sich an vielen Partien der No. 54 und 55 (alle beide mit Sauerstoffverh. 1.94) ziemlich unbedeutende Mengen von Glas. — Wir werden zuerst die Bedeutung dieser Beobachtungen etwas genauer betrachten, indem wir uns vorzugsweise mit den zwei No. 52 und 53 beschäftigen werden.

Weil diese zwei Schlacken beinahe gar nicht Glas enthalten, gelten die Analysen der ganzen Schlackenmassen beinahe ganz genau auch für den ausgeschiedenen Augit. Weil das Verhältniss $Si:R$ in den zwei Analysen nicht $= 1$, sondern resp. $= 1.23$ und 1.25 , ist, kann der Augit in den vorliegenden Fällen nicht aus



Dagegen ergibt die stöchiometrische Berechnung, dass unser Augit nach der Formel



entwickelt ist. Um dieses eingehender zu erläutern werden wir die Berechnungen detaillirt ausführen.

Analyse No. 52.

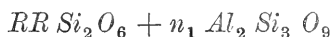
$$Si : Al : Ca : Mg + Fe : Mn =$$

$$0.9267 : 0.1138 : 0.4447 : 0.2767 : 0.0154,$$

also

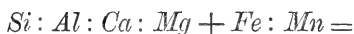
$$Si : Al : R = 0.9267 : 0.1138 : 0.7549.$$

Um $RSiO_3$ zu bilden wird gefordert $Si = 0.7549$; der Rest ist 0.1718, welcher durch $\frac{3}{2}$ dividirt 0.1146 ergibt, also beinahe ganz genau die für Al gefundene Zahl. Die Gesamtzusammensetzung des Augits ist folglich beinahe ganz genau



wo $n = \text{ca. } \frac{1}{13}$, $n_1 = \text{ca. } \frac{2}{13}$.

Analyse No. 53.

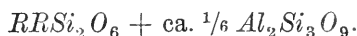
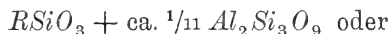


$$0.9455 : 0.1368 : 0.3357 : 0.4174 : 0.7549,$$

also

$$Si : Al : R = 0.9455 : 0.1368 : 0.7549.$$

Wenn 0.7549 (für R) von Si abgezogen wird, bekommen wir den Rest 0.1906, der durch $\frac{3}{2}$ dividirt 0.1270 ergibt, — also wiederum ziemlich genau die für Al gefundene Zahl. Die Formel ist



Die zwei übrigen Analysen geben dasselbe theoretische Resultat; der Thonerdegehalt ist aber hier ziemlich klein, so dass das Endresultat die soeben erörterten Verhältnisse nicht so scharf hervortreten lässt.

Um das vorliegende Problem noch deutlicher zu illustriren werden wir untersuchen, wie viel Augit in den einzelnen Fällen hätte auskrystallisiren können, unter der Voraussetzung, dass die Zusammensetzung $RSiO_3 + nAl_2O_3$ wäre.

Vorläufig müssen wir bemerken, dass die Ausscheidung des Augits aus SiO_2 -reichen Schmelzmassen nothwendiger-

weise aufhören muss, wenn die Restmasse oder die Mutterlauge ein gewisses Maximum des Kieselsäuregehalts oder des Sauerstoffverhältnisses erreicht hat. Bei der Schritt für Schritt vor sich gehenden Aussonderung des relativ basischen Minerals Augits wird nämlich in dem vorliegenden Falle die Mutterlauge immer reicher an SiO_2 . Dadurch steigert sich zuerst die Schwerschmelzbarkeit so stark, dass die ganze Masse, deren Temperatur bei dem Krystallisationsprocesse schon ziemlich stark abgenommen hat, auf einem gewissen Stadium (ca. 3.5-Silikat) ohne weiteres erstarren muss. Zu diesem rein physikalischen Momente kommt noch, dass sich in gewöhnlichen Silikatschmelzmassen, welche saurer als ca. 2.5—3-Silikat sind, immer ein staubartiges Mineral ausscheidet¹⁾, welches wir aber nie in unseren vorliegenden Schlacken (No. 52—55) finden. Es ergibt sich somit, sowohl aus physikalischen, wie aus chemisch-mineralogischen Gründen, dass die Mutterlauge in den vorliegenden Fällen nicht saurer als ca. 3- oder 3.5-Silikat werden kann.

Unter der Voraussetzung, dass der Augit nach der Formel $RSiO_3 + n Al_2O_3$ zusammengesetzt ist, ergibt sich, dass folgende Procente Augitmineral auskrystallisiren können, wenn die Mutterlauge an den Sauerstoffgrenzen resp. 3.0- und 3.5-Silikat erstarrt:

		3.0-	3.5-Silikat.
Analyse No. 1	{ Proc. Augit	ca. 54	Proc. ca. 65
	» Glasrest	- 46	» - 35
Analyse No. 2	» Augit	- 48	» - 61
	» Glasrest	- 52	» - 39

Die mikroskopische Untersuchung zeigt nun, dass die beiden Schlacken bei weitem nicht ein Drittel, ja nicht einmal ein Zehntel oder ein Zwanzigstel Glas enthalten.

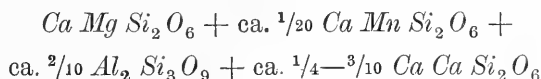
¹⁾ Cfr. den Abschnitt über die Emailleschlacken in meinen früheren Arbeiten über Schlacken.

Unsere Ausgangsvoraussetzung, nämlich dass der Augit aus $R\text{SiO}_3 + n\text{Al}_2\text{O}_3$ besteht, ist also im vorliegenden Falle nicht zutreffend.

Gegen das hier gewonnene Resultat darf nicht etwa der Einwand erhoben werden, dass die Analysen fehlerhaft sein können; selbst ziemlich grosse analytische Fehler würden nämlich nicht in merkbarem Grade auf die Berechnungen von Einfluss sein, wenigstens nicht das theoretische Resultat verändern¹⁾.

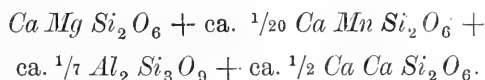
Die vorliegenden vier Augite bestehen nicht genau aus $\text{Ca Mg Si}_2\text{O}_6$ und dem Thonerdesilikat $\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_9$, sondern enthalten gelegentlich auch nicht unwesentliche Ueberschüsse sowohl des reinen CaO - als des reinen MgO -Silikats.

Die Constitution des Augits No. 52 lässt sich durch der Formel



ausdrücken. — Selbst wenn man hier die Thonerde in eine Doppelverbindung $\text{Ca Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ einführte, bekäme man trotzdem einen ganz bedeutenden Ueberschuss von $\text{CaCaSi}_2\text{O}_6$.

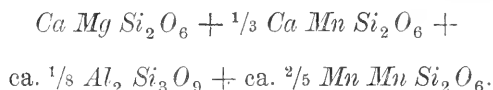
Die Analyse No. 53 giebt einen kleinen Ueberschuss von $\text{Mg Mg Si}_2\text{O}_6$; No. 54 besteht ziemlich genau aus $\text{Ca Mg Si}_2\text{O}_6$ und $\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_9$; No. 55 dagegen liefert einen sehr bedeutenden Ueberschuss von $\text{Ca Ca Si}_2\text{O}_6$, nach der Formel



¹⁾ Falls z. B. der Augit No. 53 nach der Formel $R\text{SiO}_3 + n\text{Al}_2\text{O}_3$ zusammengesetzt wäre, müsste die Analyse mehr als 5 Proc. SiO_2 zu viel und mehr als 5 Proc. zu wenig $\text{CaO} + \text{MgO}$ angeben; solche Fehler können aber nicht bei Analysen eintreten, welche die Mittelzahl zweier gut übereinstimmenden Parallelbestimmungen sind. — Mehrere unserer Analysen sind von dem bekannten schwedischen Analytiker C. G. Särnström ausgeführt worden.

²⁾ Etwas Fe wird mit Mg zusammengerechnet.

Endlich besteht der Augit in der Schlacke No. 75. (die später ausführlicher behandelt werden wird) ziemlich genau aus



Hier finden wir also einen bedeutenden Ueberschuss der Rhodonit-Verbindung $\text{Mn Mn Si}_2\text{O}_6$ ¹⁾.

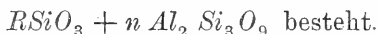
Die von mir mikroskopisch untersuchten Augitschlacken, wo die Schmelzmassen etwas weniger SiO_2 als Bisilikat enthalten, sind:

No.	Sauerstoffvh.	Si : R
59	1.78	1 : 1.01
60	1.78	1 : 0.93
64	1.72	1 : 0.97
65	1.71	1 : 0.95
67	1.69	1 : 1.11
70	1.56	1 : 0.94
71	1.54	1 : 0.91
Von Sandviken	ca. 1.55	

Weil das Verhältniss $\text{Si} : \text{R}$ hier überall nicht viel von 1 : 1 abweicht, und weil wir dabei gesehen haben, dass die durch schnelle Abkühlung hervorgegangenen Augite bedeutende Ueberschüsse der reinen CaO -, MgO - und MnO -Silikate aufnehmen können, würde es zu erwarten sein, dass in den aufgerechneten Proben beinahe die ganze Masse zu Augit

¹⁾ Auch in der natürlichen Augit-Varietät Schefferit ist diese Verbindung nachgewiesen worden, cfr. G. Flink »Om schefferit från Långban och Pajsberg«, Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förh. Stockholm. 1885.

umgewandelt wäre, wenn das ausgeschiedene Mineral aus $R\text{SiO}_3 + n\text{Al}_2\text{O}_3$ bestünde; besonders hätten wir in No. 59 und 64 in diesem Falle nur ganz unbedeutend wenig Glas zu erwarten. Ueberall finden wir jedoch ziemlich viel Glas innerhalb und zwischen den Augitindividuen. — Hieraus können wir freilich nicht den Schluss ziehen, dass der vorliegende Augit nicht aus $R\text{SiO}_3 + n\text{Al}_2\text{O}_3$ bestehe, indem ja die Möglichkeit existirt, dass die Bildung des Glases durch eine sehr früh eingetretene Abkühlung hervorgerufen würde. Es scheint jedoch, dass wäre der Augit nach der eben genannten Formel entwickelt, möchte doch in dem Kern der grossen Schlackensteine, bei No. 59 und 64, wo die Abkühlung ziemlich langsam vor sich ging, unter der gemachten Voraussetzung die ganze Masse zu Augit umgebildet sein. Die Ursache, weil dies nicht eingetreten ist, liegt wahrscheinlich darin, dass unser Mineral hier, wie z. B. bei No. 52 und 53, aus



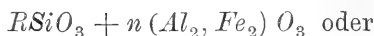
Ein Consequenz der bis jetzt erhaltenen Resultate ist, dass der Augit sich in denjenigen CaO - und MgO (+ FeO , MnO)-führenden Schmelzmassen bilden muss, welche approximativ nach der Formel $R\text{SiO}_3 + n\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_9$ zusammengesetzt sind, während wir ganz andere Mineralien (— nämlich Olivin, Melilith & Gehlenit, Magnesiaglimmer, Plagioklas usw. —) in den Magmata der Formel $R\text{SiO}_3 + n\text{Al}_2\text{O}_3$ zu erwarten haben, wenn der Thonerdegehalt so gross ist, dass das Sauerstoffverhältniss, mit Al_3O_3 als Base gerechnet, hinlänglich niedriger als 2 ist. Dass dieses in der That eintritt, ist schon früher von mir nachgewiesen worden¹⁾; später werden wir auch darauf zurückkommen.

C. Doelter behauptet in seiner Arbeit »Zur Synthese

¹⁾ Ueber die Verbindungsweise der Thonerde in den Schlackenaugiten. Berg- und Hüttenm. Zeit. 1888, No. 19.

des Pyroxens ¹⁾, dass er durch Schmelzung Augite der Zusammensetzung $\overset{II}{RO} \cdot \overset{III}{R_2}O_3 \cdot SiO_2$ dargestellt hat; aus seinen Beschreibungen geht jedoch nicht hervor, dass seine Diagnosen und seine Schlüsse berechtigt sind.

In die natürlichen Augiten geht die Thonerde und das Eisenoxyd bekanntlich beinahe fast immer nach der Formel



hinein. Ganz ausnahmsweise ist jedoch auch die Verbindung $\overset{III}{R_2}Si_3O_9$, welche wir wenigstens in mehreren Schlacken nachgewiesen haben, aufgefunden worden; mehrere Analysen der natürlichen Augite, welche von anerkannten Analytikern ausgeführt worden sind, enthalten nämlich mehr SiO_2 als nach der obigen Formel. C. Doelter ²⁾ erwähnt, dass er in einigen Augiten das Constitutionsglied $CaFe_2Si_4O_{12}$, das wir in $CaSiO_3$ und $Fe_2Si_3O_9$ zergliedern können, angetroffen hat; P. Mann ³⁾ führt in einigen Augitanalysen $Na_2Fe_2Si_4O_{12}$, — also Na_2SiO_3 und $Fe_2Si_3O_9$, — hinein, und E. Cohen ⁴⁾ glaubt die Glieder $NaAlSi_2O_6$ und $MgAl_2Si_4O_{12}$, — also $Al_2Si_3O_9$ mit resp. Na_2SiO_3 und $MgSiO_3$, — in den Augiten annehmen zu können ⁵⁾. Der Analogi wegen werden wir auch anführen, dass der Akmit, der in morphotropischer Beziehung äussert eng an Augit

¹⁾ Neues Jahrb. für Min. Geol. Pal. 1884, II.

²⁾ Ueber die Constitution der Pyroxengruppe. Tschermack's min. petrogr Mitth. 1879.

³⁾ Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung einiger Augite aus Phonolithen und verwandten Gesteinen. Inaug.-Diss. Leipzig, 1884.

⁴⁾ Neues Jahrb. für Min. Geol. Pal. 1879 und 1884, I.

⁵⁾ Auch Rammelsberg scheint (sieh Mineralchemie, Ergänzungsheft, 1886, Seite 31), einzuräumen, dass $\overset{III}{R_2}Si_3O_9$ gelegentlich in die Augite hineingeht.

geknüpft ist, $Fe_2 O_3$ als $Fe_2 Si_3 O_9$ enthält; ebenso findet sich dieses Constitutionsglied in dem Babingtonit.

Die innere Ursache dazu, dass die Thonerde und das Eisenoxyd in die verschiedenen Glieder der ganzen Pyroxengruppe bald in einer und bald in einer anderen Weise hingingen können, ebenso wie sie bald vollständig fehlen, scheint anzudeuten, dass die Thonerde und das Eisenoxyd für die principielle Constitution der Pyroxene von einer untergeordneten Rolle sind; in Uebereinstimmung hiermit finden wir auch, dass die Thonerde und das Eisenoxyd in morphotropischer Beziehung in den Pyroxenen überhaupt gar keine merkbare Rolle spielen. Dies wird bei unseren späteren Untersuchungen über die mineralbildende Wirkung der verschiedenen Basen in den Bisilikatschmelzmassen von grosser Bedeutung sein.

No. 42—45, 47, 49—57, 58—68, 70—72 sind in der Bergschule zu Stockholm analysirt worden (cf. »Schlackenstudien, I« und Resumée in Jernkontorets Annalen, 1885, wo noch einige Analysen mitgetheilt sind).

Analysen von augitführenden Schlacken.

	No. 42	No. 43	No. 44	No. 45	No. 46 a	No. 46 b	No. 46 c
SiO_2	61.16	61.52	58.6	57.80	59.74	58.28	58.31
Al_2O_3	4.43	5.68	3.7	1.48	1.66	1.58	1.84
CaO	22.83	17.53	25.3	27.60	20.49	21.80	21.95
MgO	10.25	12.63	7.0	9.55	14.25	15.24	15.19
MnO	0.49	0.38	2.6	1.47	1.13	0.77	1.09
FeO	1.28	1.75	2.6	1.13	1.57	1.30	1.03
Sum	100.44	99.49	99.8	99.03	98.84	98.97	99.41
Sauerstoffverhältniss	2.50	2.49	2.42	2.38	2.46	2.30	2.27
$CaO : (Mg, Fe) O$. .	5.98 : 4.02	4.79 : 5.21	6.79 : 3.21	6.60 : 3.40	4.92 : 5.08	4.95 : 5.05	5.00 : 5.00

	No. 47	No. 48	No. 49	No. 50 ¹⁾	No. 51	No. 52	No. 53
<i>SiO</i> ₂	57.69	56.10	57.20	55.74	56.30	55.60	56.73
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	2.88	5.20	4.79	2.30	3.09	5.86	7.04
<i>CaO</i>	26.73	21.78	24.70	19.67	22.20	24.90	18.80
<i>MgO</i>	9.50	7.21	10.89	14.57	13.82	11.07	16.43
<i>MnO</i>	2.55	6.30	0.82	5.66	3.19	1.09	0.10
<i>FeO</i>	0.92	2.70	1.63	1.15	1.29	1.30	0.48
Sum	100.27	99.29	100.03	99.43	99.89	99.82	99.58
Sauerstoffverhältniss	2.27	2.21	2.15	2.12	2.10	2.00	1.97
<i>CaO</i> : (<i>Mg</i> , <i>Fe</i>) <i>O</i> . .	6.56 : 3.44	6.41 : 3.59	6.00 : 4.00	4.80 : 5.20	5.22 : 4.78	6.01 : 3.99	4.46 : 5.54

¹⁾ + 0.31 % *CaS*.

	No. 54	No. 55 ¹⁾	No. 56	No. 57	No. 58 ²⁾	No. 59	No. 60
<i>SiO</i> ₂	54.68	54.00	55.2	54.50	49.05	51.5	50.85
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	4.79	5.37	10.2	4.90	1.21	4.6	1.33
<i>CaO</i>	23.70	27.75	15.15	21.10	20.20	25.3	29.16
<i>MgO</i>	13.87	8.67	7.2	16.00	17.12	12.4	12.04
<i>MnO</i>	0.97	0.91	10.35	2.28		2.6	5.13
<i>FeO</i>	1.85	2.06	0.4	1.20	5.61	3.8	1.16
Sum	99.88	99.80	98.5	99.98	99.39	100.2	99.70
Sauerstoffverhältniss	1.94	1.94	1.91	1.88	1.80	1.78	1.78
<i>CaO</i> : (<i>Mg</i> , <i>Fe</i>) <i>O</i> . .	5.18 : 4.82	6.62 : 3.38	5.92 : 4.08	4.75 : 5.25	4.16 : 5.84	5.54 : 4.46	6.22 : 3.78

¹⁾ + 0.51 % *K*₂*O*, 0.53 % *Na*₂*O*. — ²⁾ + 1.19 % *BaO*, 5.01 % *CaS*.

	No. 61	No. 62	No. 63	No. 64	No. 65	No. 66	No. 67
SiO_2	53.57	53.17	52.17	50.20	52.11	52.65	50.20
Al_2O_3	6.45	5.27	3.83	3.86	3.44	8.54	8.10
CaO	22.12	20.75	24.41	27.22	19.99	20.65	32.30
MgO	16.42	17.70	16.75	10.88	19.83	15.75	5.34
MnO	0.57	2.47	1.76	5.44	3.53	0.59	2.51
FeO	0.68	0.43	0.68	1.80	0.80	0.64	0.79
Sum	99.81	99.79	99.60	99.40	99.70	98.80	99.24
Sauerstoffverhältniss	1.77	1.76	1.73	1.72	1.71	1.71	1.69
$CaO : (Mg, Fe) O$. .	4.85 : 5.15	4.53 : 5.47	5.04 : 4.96	6.21 : 3.79	4.13 : 5.87	4.79 : 5.21	7.63 : 2.37 ¹⁾

¹⁾ $CaO : (Mg, Fe, Mn) O$.

	No. 68	No. 69 ¹⁾	No. 70	No. 71	No. 72	No. 73 ²⁾	No. 74 ³⁾	No. 75
<i>SiO</i> ₂	50.20	49.91	47.70	47.56	50.10	48.32	47.54	50.64
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	4.11	5.02	5.80	5.48	7.75	3.68	3.90	2.52
<i>CaO</i>	22.20	23.63	30.71	32.26	23.80	12.06	15.59	16.79
<i>MgO</i>	16.61	17.34	8.87	8.65	16.34	1.23	0.26	7.27
<i>MnO</i>	3.28	Spur	5.67	5.06	1.48	0.22 ⁴⁾		20.11
<i>FeO</i>	2.75	0.40	0.54	0.38	0.50	30.35	28.98	2.38
<i>CaS</i>		0.57	0.50	1.08		1.14 ⁵⁾		
Sum	99.15	100.45	99.79	100.47	99.97	97.29	100.00	97.71
Sauerstoffverhältniss	1.65	1.57	1.56	1.54	1.54	2.08	2.00	1.94
<i>CaO</i> : (<i>Mg, Fe</i>) <i>O</i> .	4.66:5.34	4.90:5.10	7.31:2.69	7.23:2.77	5.06:4.84	3.22:6.78	4.05:5.95	

¹⁾ + 1.42% *K*₂*O*, 2.10% *Na*₂*O*. — ²⁾ + 0.28% *Cu*. — ³⁾ + 0.73% *CuO*. — ⁴⁾ *Fe*₃*O*₄. — ⁵⁾ *FeS*.

Schmelzmassen von den Åkerman'schen Schmelzserien.
Augit enthaltend.

CaO-MgO-Bisilikate.						
Åkermans No. . . .	XXI	XXX	XXXI	XXXIII	XXIII	CXCIII
Meine No. . . .	76	77	78	79	80	81
SiO ₂	55.5	54.7	54.2	54.1	53.7	53.59
Al ₂ O ₃	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.53
CaO	25.0	29.8	32.6	33.3	35.0	36.35
MgO	17.9	14.0	11.7	11.1	9.8	8.66
MnO	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.13
FeO	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.74
Sum	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00
Sauerstoffverhältniss	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
CaO : MgO	5.00 : 5.00	6.06 : 3.94	6.67 : 3.33	6.84 : 3.16	7.19 : 2.81	7.50 : 2.50

	<i>CaO-MgO</i> - 1.75-Silikat	<i>CaO-MgO</i> - 2.5-Silikat	<i>CaO-MgO-Al₂O₃</i> - 2.0-Silikat
Åkermans No.	LXVIII	XXXVIII	No. 31
Meine No.	82	83	84
<i>SiO₂</i>	52.2	59.7	54.97
<i>Al₂O₃</i>	0.7	0.5	4.02
<i>CaO</i>	26.9	28.7	30.61
<i>MgO</i>	19.2	10.3	9.73
<i>MnO</i>	0.1	0.1	0.11
<i>FeO</i>	0.9	0.7	0.53 ¹⁾
Sum	100.0	100.0	100.00
Sauerstoffverhältniss	1.75	2.50	2.00
<i>CaO : MgO</i>	5.00 : 5.00	6.67 : 3.33	6.92 : 3.08

No. 42. Von Mattsbo²⁾, 1849 (von G. O. Örn analysirt). GrobkrySTALLINISCHE Schlacke, mit ziemlich grossen Augitkrystallen.

No. 43. Von Ringshyttan bei Nora (E. Bergman). Mit bis 2 cm. langen, säulenförmigen Augitkrystallen. Nach der mikroskopischen Untersuchung mit ziemlich vielem Glas zwischen den skelettförmigen Stäben der nach dem gewöhnlichen Gesetze aufgebauten Augite.

No. 44. Von Wikmanshyttan, 1867 (B. Wijkander). Mit ca. 1 cm. langen, frei entwickelten Augitkrystallen (Fig. 1 in »Schlackenstudien, I«), die hier wie auch im allgemeinen sonst skelettförmig, nach den Richtungen der c-Achse und der Pyramide $\pm 5P$ (oder $\pm 5P\infty$, $5P\infty$)

¹⁾ + 0.03 % *Na₂O*.

²⁾ Wo hier nichts besonders erwähnt wird, stammen die Schlacken aus schwedischen Hohöfen und sind in der Bergschule zu Stockholm analysirt worden.

aufgebaut sind. Zwischen den einzelnen Augitstäben sehr viel Glas, mit Spuren von einem in winzigen Individuen auftretenden, scheinbar rhombisch auslöschenden Mineral.

No. 45. Von Seglingberg, 1873 (T. Bergendal). Mit grossen Augitkrystallen.

No. 46, a, b & c. Von Avesta, 1886 (mir von dem Chemiker des Eisenwerkes mitgetheilt). — Alle drei Schlacken führen grosse Augitkrystalle. No. a, mit dem grössten SiO_2 -Gehalt, ist emailleartig an der Oberfläche, die übrigen nicht; hierüber mehr später.

No. 47. Von Seglingberg, 1873 (O. Lamm). Ziemlich viel Glas zwischen den grossen Augitkrystallen (cfr. Fig. 9 in »Schlackenstudien, I«).

No. 48. Von Pfeilhammer, Deutschland. (Atkinson, Freiburger Bergacademie). Mit grossen Augitkrystallen.

No. 49. Von Hasselfors, 1884 (C. G. Särnström). Viele Augitkrystalle.

No. 50. Von Näs in Dalarne, 1875 (K. A. Lagerkvist). Nach der mikroskopischen Untersuchung etwas, obwohl nicht sehr viel Glas zwischen den Augitkrystallen.

No. 51. Von Seglingberg, 1879 (C. G. Särnström).

No. 52. Von Sunnemo, 1866 (C. G. Särnström). Nach der mikroskopischen Untersuchung hat die Krystallisation bei dieser grobkrystallinischen, aus ca. 2 cm. langen und ca. 0.5 cm. breiten Augitindividuen bestehenden Schlacke hier, wie auch sonst gewöhnlich, damit angefangen, dass der Augit sich skelettartig, nach ∞P und $\pm 5 P$, ausgeschieden hat; späterhin ist auch die Zwischenmasse zwischen den Skelettstäben, also die Mutterlauge, als Augit herauskrystallisirt, und zwar in derselben krystallographisch-optischen Orientirung wie im Skelett. Hier und da sieht man schwache Spuren von Glas; an diesen Stellen hat sich die Mutterlauge nicht vollständig in Augit umgebildet, wahrscheinlich weil die Abkühlung zu früh eintraf. An

anderen Stellen dagegen kann man, selbst bei der stärksten Vergrößerung, keine Spur von Glas entdecken, — die Analyse representirt also vollständig die chemische Zusammensetzung des Minerals.

No. 53. Von Carlsdal, (C. W. Wahlman). Mit ca. 0.5 langen, von $\infty P. \infty P \infty$ und einer positiven Hemipyramide begrenzten Augitkrystallen (cfr. Fig. 3, »Schlackenstudien, I«). Die Mutterlauge ist auch hier, wie im vorigen Falle, gänzlich zu Augit umgebildet; in dem Präparate sieht man einige Luftporen und einige kleinen, sparsamen Glaskügelchen, welche letztere nicht mehr als ca. 1 % der ganzen Masse ausmachen.

No. 54. Von Sunnemo, 1866 (H. Lundin). An einzelnen Stellen ziemlich viel, an anderen dagegen nur ganz wenig Glas zwischen den skelettförmigen Stäben der Augitindividuen.

No. 55. Von Löfsjöen, 1854 (C. G. Särnström, Alkali nach L. Ottelin). Mit ziemlich grossen Augitkrystallen (cfr. Fig. 2, »Schlackenstudien, I«), welche nach dem für Augit im allgemeinen geltenden Gesetze (cfr. No. 52) aufgebaut sind (cfr. Fig. 5, 6 und 7, »Schlackenstudien, I«). In den frei entwickelten Krystallen findet sich ziemlich viel Glas zwischen den Stäbchen der Individuen, im Präparat der eigentlichen Schlackenmasse, welche wahrscheinlich langsamer abgekühlt wurde, sieht man dagegen im allgemeinen nur ganz verschwindend wenig Glas.

No. 56. Von Häft in Kärnthen, 1884 (C. G. Särnström). Mit makroskopischen Augitkrystallen.

No. 57. Mokärnshyttan, 1867 (I. S. Edén).

No. 58. Bei der Nickelschmelzung bei Schneeberg in Sachsen gefallen (in der Bergacademie zu Freiberg analysirt). Mit vielen makroskopischen Augitkrystallen, auch mikroskopisch untersucht. Cfr. G. vom Rath »Künstlicher

Augit«, Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilk. 2ten Juli 1877.

No. 59. Von Långshyttan, 1861 (C. G. Lindegren). Augit mit sehr zahlreichen Glaskügelchen und etwas als Glas erstarrter Basis zwischen den Augitstäben.

No. 60. Von Dådran, 1830 (A. Lenhardtson). Augit mit ziemlich vielem Glas.

No. 61. Von Gammelstilla, 1865 (Th. Lindberg). Mit makroskopischen Augitkrystallen (cfr. Fig. 3, »Schlackenstudien, I«).

No. 62. Von Uddeholmshyttan, 1866 (R. Klingberg). Ebenso.

No. 63. Von Löfsjöen (T. Rooth).

No. 64. Von Bångbro, 1879 (C. G. Dahlerus). Mit kleinen Augitkrystallen.

No. 65. Von Näs in Dalarne, 1877 (Th. Andrée). Ebenso.

No. 66. Von Mokärnshyttan, 1866 (C. G. Särnström). Mit grossen Augitkrystallen.

No. 67. Von Bångbro, 1879 (C. G. Särnström). Dieser wie auch No. 70 & 71, sämtliche von Bångbro, bestehen aus ziemlich kleinen Augitkrystallen, überall mit etwas, obwohl nicht sehr vielem Glas.

No. 68. Von Söderfors, 1879 (C. G. Särnström). Mit Augitkrystallen.

No. 69. Von Philipsburg in New-Jersey. Nach G. I. Brush in Silliman's Americ. Journ. No. 39. — Mit grossen, gemessenen Augitkrystallen.

No. 70 & 71. Von Bångbro, 1871 (Dr. A. Tamm). Cfr. No. 67.

No. 72. Von Gustafsors, 1879 (C. G. Särnström). Mit kleinen Augitkrystallen.

No. 73. Rohschlacke beim Kupfersteinschmelzen zu Vignäs, Norwegen (Erz von Vignäs und Heglerö), 1885

(Von stud. min. C. Stabell, metallurgisches Laboratorium zu Kristiania, analysirt). Monosymmetrischer Augit in einem trüben, undurchsichtigen Glase (von FeS und Fe_3O_4 gefärbt).

No. 74. Bei Flammofenschmelzung zu Nanzenbach pr. Dillenburg, Nassau. Mit Augitkrystallen (Rammelsberg, Leonhardts Hüttenerzeugnisse usw.).

No. 75. Hohofenschlacke von Hofors, 1851 (C. E. Carlsson). Mit Augit und Rhodonit, genauere Beschreibung unter Rhodonit.

No. 76—81 der Åkerman'schen Serie, früher beschrieben.

No. 82_T. Grosse Augitindividuen mit etwas Glas.

No. 83_T. Augitsphärolithe im Glas.

No. 84_T. Glas mit einigen Aussonderungen von Augit.

Hexagonales Kalksilikat ($CaSiO_3$) und Wollastonit ($CaSiO_3$).

Literatur.

Koch. Beiträge zur Kenntniss krystallisirter Hüttenproducte. Göttingen. 1822, Seite 40—81.

I. Fr. L. Hausmann. Beiträge zur Kenntniss der Eisenhohofenschlacken (»Kieselschmelz«, Seite 323—337). Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde, 6ten Bandes 3tes Heft. 1854.

Dr. C. Schnabel. Untersuchung einer krystallisirter Schlacke von der Sayner Hütte. Pogg. Ann. B. 84. 1851. Seite 158.

L. Bourgeois. Reproduction, par voie ignée, d'un certain nombre d'espèces minérales etc. 1883.

I. H. L. Vogt. »Schlackenstudien, I«, Seite 27—29 (Wollastonit) und Seite 86—105 (Hexagonales Kalksilikat). — Resumée in Jernkon-torets Annalen, 1885. — Sieh auch Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1888, Mai.

C. Doelter. Ueber das künstliche Kalksilikat $CaSiO_3$. Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal. 1886. B. 1.

E. Hussak. Ueber die künstliche Darstellung des Wollastonits. Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft zu Bonn 1887.

Lechartier. Comptes rendus. LXVII. Seite 41.

Gorgeu. Sur la production artificielle de la wollastonit. Comptes rendus. IC. Seite 258.

Ch. Vélain. Production artificielle de la tridymite, de l'anorthite, de la wollastonite et de l'augite. Bull. soc. min T. 1. 1878. Seite 113.

Daubrée. Annales des mines. 1857. 5e série, t. XII, Seite 289
— Études et expériences synthétiques sur la métarmorphisme, 1860.

Hexagonales Kalksilikat.

Bei der Abkühlung von trockenen Schmelzmassen, welche ausschliesslich oder hauptsächlich aus $CaSiO_3$ bestehen, bildet sich im allgemeinen nicht Wollastonit, sondern dagegen, wie es früher von Bourgeois, Doelter und mir, — die wir sämmtliche ganz unabhängig von einander gearbeitet haben, — nachgewiesen worden ist, ein neues, mit Wollastonit dimorphes Mineral $CaSiO_3$, das in sechsseitigen Prismen mit Basis krystallisirt, und das mit keinem bis jetzt in der Natur gefundenen Mineral identisch ist. Dieses neue Mineral ist schon früher von Koch, Hausmann und Schnabel (l. c.) in Schlacken angetroffen worden, ohne dass es jedoch diesen Forschern gelungen ist die chemische Zusammensetzung der Verbindung feststellen zu können.

Das Mineral erscheint in sechsseitigen, tafelförmigen oder kurz prismatischen Säulen ($OP. \infty P$), die in den Schlacken oft in Drusenräumen frei entwickelt sind, und die oft eine Grösse von ca. 5—10 mm. in die Breite und ca. 5 mm. in die Länge erreichen; bisweilen sieht man eine kleine,

wenig hervortretende und ziemlich flache Pyramide, die leider nicht so glänzend ausgebildet ist, dass es mir gelungen ist sie zu messen. — Beim Studium der mikroskopischen Präparate einiger frei entwickelten Krystalle, $\neq OP$ und $\perp OP$ geschliffen, wie auch bei dem der Präparate von Hohofenschlacken und von künstlich dargestellten Schmelzmassen, die ausschliesslich oder hauptsächlich aus $CaSiO_3$ bestehen, ergibt sich, nach den Untersuchungen von mir und von C. Doelter (l. c.), dass die Auslöschung so genau, als es sich überhaupt entscheiden lässt, nach OP geht; in den zahlreichen Präparaten (ca. 25), welche mir zur Disposition stehen, habe ich nirgends eine Abweichung in der Auslöschung nachweisen können. In den nach OP geschliffenen, frei entwickelten Krystallen wie auch bei denjenigen Individuen der Schlackenpräparate, die unter gekreuzten Nicols völlig dunkel sind, beobachtet man in konvergentpolarisirtem Lichte ein Kreuz, das senkrecht auf der Schnittebene steht; beim Drehen des Präparats sieht man bald keine Spur von Veränderung in dem Kreuze, bald dagegen glaubt man zu beobachten, dass das Kreuz sich ein bisschen öffnet, obwohl nicht so viel, dass man zwei von einander isolirte Hyperbel-Schenkel wahrnehmen kann. Bei den durch sehr schnelle Abkühlung hervorgegangenen Schmelzmassen der Åkerman'schen Serie dagegen sieht man in einzelnen Fällen eine ganz deutliche, obwohl nur äusserst kleine Oeffnung des Kreuzes. Zu ganz demselben Resultate ist schon früher C. Doelter (l. c.) gelangen. — Unser Mineral zeigt folglich kein absolut konstantes Verhältniss in optischer Beziehung: einige Individuen, wahrscheinlich die meisten, scheinen absolut einachzig zu sein, bei anderen dagegen findet man zwei optische Achsen, deren Oeffnungswinkel bald etwas kleiner und bald etwas grösser ist, immer jedoch ist er ganz winzig. Die einfachste Erklärung dieser Thatsache ist, wie schon früher von C. Doelter (l. c.) hervor-

gehoben, dass unser Mineral in der That optisch einachsigt ist, und dass es gelegentlich eine optische Anomali zeigt; weil sehr viele Individuen sich als optisch einachsigt erweisen, und weil dabei die Begrenzung der vollständig entwickelten Krystalle, sowohl in den Drusenräumen als in der Schmelzmasse, immer ein ganz regelmässiges Sechseck ist, ebenso wie die skelettförmigen Aufbaurichtungen in der *OP*-Ebene drei einander unter 60° schneidenden Achsen folgen, lässt sich das Mineral nicht als rhombisch betrachten; es muss hexagonal krystallisiren.

Die Interferenzfarben sind sehr lebhaft (hochroth, dunkel himmelblau, grün usw. der dritten Ordnung); die Doppelbrechung ist positiv.

Das Mineral besteht aus $CaSiO_3$ oder im allgemeinen aus $RSiO_3$, wo $R = Ca$ mit ganz unbedeutenden Mengen von Mg, Fe, Mn ; dies ergibt sich, nach den Untersuchungen von Doelter, Bourgeois und mir, daraus, dass in denjenigen Präparaten, wo $R:Si = 1.00$, und wo $R =$ überwiegend Ca , die ganze Masse zu unserem Mineral übergegangen ist, ohne Spur von Glasrest zu liefern. In den übrigen Präparaten, z. B. in den vorliegenden Schlackenpräparaten, findet sich neben dem Mineral immer mehr oder weniger Glas. — Besonders wollen wir hervorheben, dass z. B. in No. XXVI_T der Åkerman'schen Serie, welche aus ca. $4 Ca SiO_3 : 1 Mg SiO_3$ besteht, sich beinahe die ganze Masse zu dem hexagonalen Silikat umgebildet hat; nur an einzelnen Stellen in dem Präparate finden sich unbedeutend kleine Mengen von Glas, d: in dem Mineral kann kleine Mengen von CaO durch MgO ersetzt werden. Lässt man die Schmelzmasse grössere Gehalte von MgO enthalten, scheidet sich nicht länger das hexagonale Mineral, sondern Augit aus. — Al_2O_3 scheint nicht in das Mineral hineingehen zu können; schon bei einem Gehalte von 2.75 % Al_2O_3 (CCl_T) enthält das Präparat, neben unserem Mineral,

etwas Glas, und bei 6.17 % Al_2O_3 (No. CCII) ist die Masse beinahe ganz glasig¹⁾.

Ueber die Skelettbildung der Individuen und überhaupt über das Auftreten des Minerals in den Schmelzmassen verweise ich auf die früheren Beschreibungen, besonders auf die mittelst Zeichnungen erläuterte Darstellung in »Schlackenstudien, I«.

Das von Bourgeois (l. c.) beschriebene neue $CaSiO_3$ -Mineral, das er für monosymmetrisch hält, ist nach meinen Untersuchungen an seinen Originalpräparaten mit dem soeben beschriebenen hexagonalen Kalksilikat identisch; dasselbe gilt, nach Bourgeois (l. c., Seite 10—11), von dem von Lechartier durch Schmelzung von CaO & SiO_2 in $CaCl_2$ dargestellten Mineral, das Lechartier für Wollastonit hält²⁾.

No. 85, a & b, No. 86, 87, 89, 90 sind an der Bergschule zu Stockholm analysirt worden; die Analysen No. 88, a & b, 91—96 dagegen sind aus der Literatur genommen. Selber habe ich Gelegenheit gehabt das Originalmaterial der Schlacke No. 88, von der Sayner Hütte, mikroskopisch zu untersuchen.

No. 85, a & b, Hohofenschlacke von Tanså, 1824, Schweden (von C. A. Dellvik und L. Zethelius analysirt).

No. 86. Von Björnhyttan, 1879, Schweden (C. A. Särnström).

No. 87. Von Forsbacka, 1871, Schweden (O. Alströmer), mit kleinen Mengen von Augit neben dem hexagonalen Kalksilikat.

¹⁾ Schon in »Schlackenstudien, I«, ist nachgewiesen worden, dass Al_2O_3 die Mineralbildung verzögert.

²⁾ An Collège de France habe ich einige der Präparate von Lechartier gesehen; sie zeigten nicht Wollastonit, sondern das neue hexagonale Kalksilikat.

Analysen von Hohofenschlacken, **hexagonales Kalksilikat $CaSiO_3$** enthaltend.

	No. 85 a	No. 85 b	No. 86	No. 87	No. 88 a	No. 88 b	No. 89	No. 90
SiO_2	59.91	58.80	55.70	50.64	48.87	48.20	48.16	47.87
Al_2O_3	4.26	4.50	10.95	3.83	7.93	8.41	4.47	5.37
CaO	28.67	28.89	27.25	38.10	38.12	37.67	39.39	37.76
MgO	1.50	2.90	2.27	6.82	0.40	0.74	6.22	7.78
MnO	0.66	0.48	0.42	0.18	3.26	2.23	1.53	0.37
FeO	3.14	2.88	1.90	0.17	0.91	0.97	0.64	0.72
CaS	1.50			0.33		0.83		
Sum	99.64	98.45	98.49	100.07	99.49	99.05	100.41	99.87
Sauerstoffverhältniss	2.76	2.56	2.08	1.73	1.68	1.64	1.58	1.53
$CaO : (Mg, Mn, Fe) O$	8.50 : 1.50	8.12 : 1.88	8.46 : 1.54	7.95 : 2.05	9.09 : 0.91	9.13 : 0.87	7.90 : 2.10	7.63 : 2.37

»Kieselschmelz«, nach Hausmann.

	No. 91	No. 92 a	No. 92 b	No. 93	No. 94	No. 95	No. 96
<i>SiO</i> ₂	46.88	59.45	55.78	55.41	54.27	48.06	45.0
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	14.78	15.43	15.28	11.52	9.40	12.65	13.0
<i>CaO</i>	30.98	25.12	29.21	28.10	29.30	36.08	32.6
<i>MgO</i>	1.48			1.89	1.15	1.01	0.3
<i>MnO</i>	2.56			Spur		Spur	3.5
<i>FeO</i>	0.63			3.08	6.58	ca. 1.00	2.0
<i>CaS</i>	1.53					ca. 1.50	1.8
Sum	98.84	100.00	100.27	100.00	100.70	100.00	98.2
Sauerstoffverhältniss	1.47	2.19	1.92	1.97	1.96	1.53	1.44
<i>CaO</i> : (<i>Mg</i> , <i>Mn</i> , <i>Fe</i>) <i>O</i>	8.72 : 1.28	10.0 : 0.0	10.0 : 0.0	8.48 : 1.52	8.13 : 1.87	9.43 : 0.57	8.74 : 1.26

Schmelzmassen von den Åkermans'schen Schmelzserien, *Hexagonales Kalksilikat*
($CaSiO_3$) enthaltend.

Akermans No. . . .	XXII 97	XXVI 98	L 99	CL 100	CXLVI 101	LVIII 102	LII 103
Meine No.							
SiO_2	52.1	53.2	57.7	58.8	59.1	61.0	62.0
CaO	45.0	38.7	39.7	33.1	32.0	36.5	35.6
MgO	1.7	6.8	1.5	6.8	7.6	1.4	1.3
Al_2O_3	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4
MnO	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
FeO	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6
Sum	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Sauerstoffverhältniss	2.00	2.00	2.50	2.50	2.50	2.87	3.0
$(CaO : MgO)$	9.49 : 0.51	8.01 : 1.96	9.50 : 0.50	7.78 : 2.22	7.50 : 2.50	9.55 : 0.45	9.53 : 0.47

Enthält etwas Augit.

Åkermans No. . . .	CXXXVII 104	CLVI 105	CLIX 106	29 107	CCI 108	CCII 109	CXCI 110
Meine No.							
<i>SiO</i> ₂	44.94	45.79	46.41	50.22	52.84	53.91	45.67
<i>CaO</i>	51.80	46.17	42.04	39.29	41.94	37.50	48.38
<i>MgO</i>	1.95	6.60	10.02	9.36	1.19	1.44	1.83
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	0.45	0.54	0.60	0.39	2.75	6.17	3.17
<i>MnO</i>	0.19	0.16	0.15	0.14	0.15	0.13	0.17
<i>FeO</i>	0.67	0.74	0.78	0.59	0.65	0.64	0.68
<i>Na</i> ₂ <i>O</i>				0.01	0.01	0.03	0.02
<i>K</i> ₂ <i>O</i>					0.07	0.17	0.08
Sum	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Sauerstoffverhältniss <i>CaO</i> : <i>MgO</i>	1.50 9.50 : 0.50	1.50 8.33 : 1.67	1.50 7.50 : 2.50	1.75 7.50 : 2.50	2.00	2.00	1.50

No. 88, a & b. Von der Sayner Hütte, (Dr. Schnabel, l. c.).

No. 89. Von Söderfors, 1880, Schweden (N. P. Curtz).

No. 90. Von Edsken, Schweden (C. G. Dahlerus).

No. 91. Von Borbeck, Westphalen, 1853 (Berliner Bergacademie).

No. 92, a & b, 93 und 94. »Kieselschmelz«, von Hausmann (l. c.) beschrieben, mit unserem Mineral identisch, (cfr. »Schlackenstudien, I«).

No. 95. Von Anina im Banat (Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1864, Seite 146).

No. 96. Von Charleroy (Rammelsbergs Chemische Metallurgi).

Die meisten dieser sind ausführlich in »Schlackenstudien, I«, beschrieben.

Die Präparate der *Åkerman*'schen Serie sind bei No. XXII, XXVI, L, CL, CXXXVII, CLVI, CLIX, CCI, CXCI, aus der in dem Tiegel zurückgebliebenen Masse, bei No. CXLVI, LVIII, LII, 29 dagegen aus der in das Calorimeter gegossenen Masse geschliffen. In den letzten Fällen sind die Individuen etwas, obwohl nur ganz wenig kleiner als in den ersten. Um eine Idée von der Grösse der Individuen zu geben wollen wir anführen, dass die durchschnittliche Grösse bei No. XXII_T ca. 0.5 mm. und bei No. 29c ca. 0.25 mm. ist. No. XXII (reiner $Ca\ SiO_3$) besteht ausschliesslich aus dem hexagonalen Kalksilikat, No. XXVI (ca. 4 $Ca\ SiO_3$: 1 $Mg\ SiO_3$) ebenso an den meisten Stellen des Präparats; in den übrigen Präparaten dagegen findet sich immer mehr oder weniger Glas, in No. 29, CL und CXLVI (mit ca. 7.5 CaO : 2.5 MgO) daneben auch etwas Augit.

Wollastonit.

Ein mit Wollastonit sowohl in chemischer als in mineralogischer Beziehung vollkommen identisches Product scheint bisher nicht, — wenn meine frühere Untersuchungen auf diesem Gebiete (»Schlackenstudien I«, Seite 27—29) und die Schmelzversuche von Dr. E. Hussak (l. c.) vorläufig nicht berücksichtigt werden, — weder auf pyrogenetem noch hydropyrogenetem Wege, mit absoluter Sicherheit dargestellt zu sein. Sehr oft findet man in der älteren Literatur angegeben, dass die Synthese des Wollastonits gelungen ist oder dass unser Mineral in Schlacken usw. angetroffen worden ist; in einigen Fällen ist das erhaltene Mineral jedoch nicht Wollastonit, sondern das neue hexagonale Kalksilikat oder Augit, — in den meisten übrigen sind die Beschreibungen so wenig eingehend, dass man keine bestimmten Schlüsse ziehen darf.

A. Gurlt*) glaubt in einigen Hohofenschlacken Wollastonit angeben zu können; nach seiner Beschreibung und den mitgetheilten Analysen kann das Mineral jedoch nicht mit Wollastonit identisch sein; es scheint Augit zu sein.

Gorgeu (l. c.) glaubt Wollastonit synthetisch, — durch Zusammenschmelzung von SiO_2 und $Ca Cl_2$ in einer mit Wasserdampf geschwängerten Atmosphäre, — dargestellt zu haben; aus seiner sehr kurzen und unvollständigen Beschreibung kann man jedoch nicht den Schluss ziehen, dass seine Diagnose richtig sei; im Gegentheil, das Mineral scheint nach der Beschreibung mit der hexagonalen $Ca SiO_3$ -Varietät identisch zu sein.

Dasselbe gilt mit voller Sicherheit von dem von Lechartier (l. c.) durch Schmelzung von CaO & SiO_2 in $Ca Cl_2$ erhaltenen Mineral, das er für Wollastonit hält.

*) Die künstlich pyrogeneten Mineralien, 1857.

Auch Vélain (l. c.) giebt an auf künstlichem Wege Wollastonit erhalten zu haben; nach seiner sehr unvollständigen Beschreibung scheint seine Bestimmung jedoch nicht unzweifelhaft zu sein.

Bourgeois und Doelter (l. c.), welche alle beide ziemlich umfassende Untersuchungen über das Erstarrungsproduct bei der Schmelzung von Ca SiO_3 ausgeführt haben, haben nie Wollastonit, sondern immer die dimorphe hexagonale Varietät bekommen.

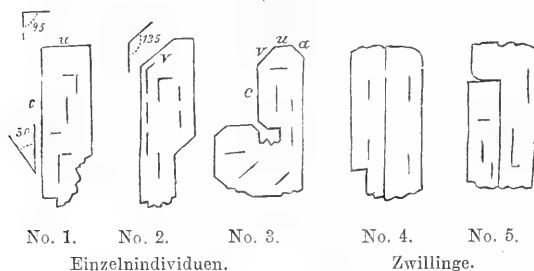
Dagegen hat E. Hussak (l. c.) durch Schmelzung von 3 Ca SiO_3 in $3 \text{ Na}_2 \text{ SiO}_3 + 2 \text{ Ca Bo}_2 \text{ O}_4$ ein Mineral erhalten, dessen Eigenschaften genau mit denjenigen von Wollastonit übereinstimmen.

Daubrée (l. c.) gibt schon zu Anfange der Fünfziger Jahre an, dass er Wollastonit, neben Quarz, durch Einwirkung überhitzter Wasserdämpfe auf Glasröhren erhalten hat. — Das dargestellte Mineral war durch und durch krystallinisch und bestand nach einer quantitativen Analyse aus reinem Kalksilikat, im Verhältniss wahrscheinlich Ca SiO_3 ; deswegen wurde es als Wollastonit bestimmt, obwohl nähere mineralogische Untersuchungen sich nicht ausführen liessen. Aus geologischen Gründen ist anzunehmen, dass seine Bestimmung richtig war; jedenfalls liegt doch auch hier die Möglichkeit vor, dass das Mineral mit dem hexagonalen Kalksilikat identisch wäre.

Weil die Synthese des Wollastonits auf pyrogenetem Wege fortwährend etwas fraglich sein könnte, mag es von Interesse sein die von mir früher in »Schlackenstudien I« besprochenen Wollastonit-Schlacken nochmals eingehend zu beschreiben.

Die Hohofenschlacke von Högfors (Analyse No. 111) ist grau (von FeS gefärbt) und besteht nach dem makroskopischen Ansehen aus vielen langen, dünnen Blättern, von denen oft mehrere beinahe parallel auf einander liegen. In den mikroskopischen Schnitten senkrecht auf der Längsrichtung der Blätter sieht man viele dünnen, farblosen Tafeln, welche in beinahe derselben krystallographischen Orientirung nach einander folgen, indem sie ein Gesamt-Individ bilden (Fig. 13 in »Schlackenstudien I«). Bei starker Vergrößerung (1:200) kann man das ausgeschiedene Mineral sehr gut studiren.

Fig. 1.



Die Krystalle, von denen wir theils Einzelindividuen, theils Zwillinge finden, sind an den Seiten und Enden im allgemeinen von sehr gut ausgebildeten Krystalflächen begrenzt; bald findet sich an den Einzelindividuen nur eine einzige Endfläche (u), welche mit der Tafelfläche (c) einen Winkel von etwas mehr als 90° , ungefähr $94-95^\circ$, bildet, (sieh Fig. 1, Krystal No. 1), — bald findet sich neben u eine Fläche v, die an der stumpfen Kante zwischen c und u liegt, und die mit c nach mehreren Messungen unter dem Mikroskop einen Winkel von ca. $134-136^\circ$ bildet (sieh Krystal No. 2); endlich sieht man bisweilen (Krystal No. 3) eine vierte Fläche (α) auf der spitzen Kante zwischen c und u, deren Stellung nicht sicher zu bestimmen ist. Die Auslöschung bildet nach einer Serie von Ablesungen unter dem Mikroskope einen Winkel von ca. $34-36^\circ$ mit c, indem

die betreffende Bissectrix in den negativen Quadrant zwischen c und u fällt. — Viele der in den Schnitten auftretenden Individuen sind Zwillinge, mit Zusammenwachsungsebene c (Krystal No. 4 und 5); dies ergibt sich dadurch, dass zwei Zwillingshälften verschiedene Interferenzfarben zeigen, und dass sie nicht gleichzeitig, sondern mit einem deutlichen Intervall (ungefähr $10\text{--}15^\circ$) auslöschen. — Die Krystalle sind von zahlreichen kleinen Rissen nach c und u , bisweilen auch nach v und vielleicht auch nach einer Fläche ungefähr senkrecht zu v durchsetzt; ob diese Risse als Spaltbarkeiten oder als Zusammenwachsungsebenen von kleinen Krystalelementen aufzufassen sind, lässt sich leider bei den winzigen Individuen nicht sicher bestimmen; jedoch scheint es, dass unser Mineral Spaltbarkeit nach c und u zeigt.

In Schnitten, welche annähernd parallel der Längenrichtung der Blätter geschliffen sind, geht die Auslöschung bald genau nach der Länge der Individuen, bald sieht man Abweichungen bis auf ca. 5° . — Die Interferenzfarben im Schnitt senkrecht auf der Längenrichtung der Individuen sind sehr lebhaft, parallel der Längenrichtung dagegen ziemlich matt. Das Mineral ist ganz farblos, folglich nicht pleochroitisch.

Die Krystalle bilden ungefähr die Hälfte oder vielleicht etwas weniger der ganzen Schlackenmasse; der Rest ist ein schmutzig gefärbtes, undurchsichtiges Glas ($Fe S$ enthaltend).

Aus der Analyse geht hervor, dass $Ca SiO_3$ bei weitem die am meisten hervorragende Rolle in der Zusammensetzung spielt; es ist deswegen a priori zu erwarten, dass das ausgeschiedene Mineral aus $Ca SiO_3$ besteht.

Nach der Beschreibung ergibt sich, dass unser Mineral nicht mit demjenigen in $Ca SiO_3$ -Schmelzflüssen im allgemeinen sich ausscheidenden hexagonalen Kalksilikat identisch ist, sondern dass ein anderes Mineral vorliegt. Es ist entweder mono- oder asymmetrisch; weil die Auslö-

schung in den Schnitten ungefähr parallel der Längsrichtung der Blätter ziemlich genau nach dieser geht, ist es wahrscheinlich, dass unser Mineral monosymmetrisch ist und nach der Orthoachse ausgezogen.

Sämmtliche Kriterien stimmen genau mit den Eigenschaften des Wollastonits überein: Der natürliche Wollastonit ist im allgemeinen tafelförmig nach $\infty P \infty$ (c) ausgebildet und nach der Orthoachse ausgezogen, ganz wie unser Mineral. Die am meisten hervortretende Ebene in der Orthozone beim natürlichen Wollastonit, neben $\infty P \infty$, ist OP , die mit $\infty P \infty$ einen Winkel von $95^\circ 30'$ bildet; diese Fläche entspricht dem u bei den künstlichen Krystallen. v entspricht nach aller Wahrscheinlichkeit — $P \infty$, die beim natürlichen Minerale sehr allgemein ist; $\infty P \infty : - \infty P = 135^\circ 33'$ und $c:v$ bei dem künstlichen Mineral = ca. $134-136^\circ$. Die Fläche a lässt sich nicht bestimmen. Die im negativen Quadranten liegende Bissectrix beim natürlichen Wollastonit bildet (nach H. Rosenbusch, Mikrosk. Phys. d. Mineralien) einen Winkel von $37^\circ 40'$ mit c; wir haben bei dem künstlichen Mineral ca. $34-36^\circ$ gefunden. Weitere Uebereinstimmungen geben die Interferenzfarben und die Zwillingsbildung nach demselben Gesetze wie beim natürlichen Wollastonit, endlich auch die Risse nach c und u, möglicherweise auch nach v. Weil endlich das Mineral aller Wahrscheinlichkeit nach aus $R\text{SiO}_3$ besteht, wo $R = \text{Ca}$ allein oder Ca mit kleinen Mengen von Mg und Mn , Fe ist, kann man es ganz sicher als Wollastonit bestimmen.

In der Schlacke No. 112 scheint dasselbe Mineral aufzutreten; die Individuen sind jedoch leider so klein, dass eine detaillirte Untersuchung sich nicht durchführen lässt.

Analysen von Wollastonit-Schlacken.

	No. 111.	No. 112.
<i>SiO</i> ₂	55.92	53.5
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	2.35	2.2
<i>CaO</i>	32.46	35.4
<i>MgO</i>	4.43	2.6
<i>MnO</i>	3.04	3.6
<i>FeO</i>	1.16	2.6
Sum . . .	99.36	99.9
Sauerstoffverh. . .	2.28	2.10
<i>CaO</i> : (<i>Mg, Fe, Mn</i>) <i>O</i>	7.57 : 2.43	8.06 : 1.94

No. 111 von Högfors, 14ten März 1874 (von I. G. Cla-
son, Stockholms Bergskola, analysirt).

No. 112 von Tanså, 1852 (B. Santesson).

Enstatit (*Mg SiO*₃) und eine dimorphe, mono- oder asy- metrische *Mg SiO*₃-Varietät.

Literatur.

Ebelmen. Ann de phys. et de chém. t. XXXIII, Seite 58.

Hautefeuille. Ann. de phys. et de chém. 4e série, t. IV.
Seite 174. — Comptes rendus. t. LIX. Seite 734. — Ann. Chém. Pharm.
t. CXXXIV. Seite 168.

St. Meunier. Comptes rendus. t. XC. Seite 349.

F. Fouqué et Michel Lévy. Bull. Soc. Min. 1881. t. IV.
Seite 279.

Daubrée. Comptes rendus. t. LXII. Seite 200 und 369.

I. H. L. Vogt. »Schlackenstudien, I«, Seite 24—27 und 251.

Cfr. auch die Uebersichtsarbeiten von F. Fouqué et Michel
Lévy und von Bourgeois.

Die Verbindung $Mg\ SiO_3$ ist, in ganz ähnlicher Weise wie $Ca\ SiO_3$, polymorph; erstens bildet sie theils allein, theils mit $Fe\ SiO_3$ zusammen die rhombischen Glieder der Pyroxen- und Amphibolgruppen und geht dabei auch morphotrop in die mono- und asymmetrischen Mineralien dieser Familien hinein; zweitens tritt sie gelegentlich als ein neues, bis jetzt nur auf künstlichem Wege dargestelltes Mineral auf, das von den französischen Forschern zu der Pyroxengruppe gerechnet wird und als «MgO-Pyroxen» (monosymmetrisch) bezeichnet wird.

Dieses Mineral wurde zuerst von Ebelmen durch Schmelzung von MgO & SiO_2 in Borsäure dargestellt; späterhin ist es mehrmals auf verschiedenen Weisen, unter anderen auch durch ganz einfache Abkühlung von $Mg\ SiO_3$ -reichen Schmelzmassen, von verschiedenen französischen Synthetikern reproducirt worden.

Wir werden zuerst eine Diagnose des neuen Minerals geben ¹⁾. — Es tritt in säulenförmigen Krystallen ²⁾ auf, die nach den bisherigen Untersuchungen immer von polysynthetischen Zwillingslamellen nach der Längenrichtung (c-Achse) aufgebaut sind (siehe Fig. 2). Die Auslöschung der einzelnen Lamellen ist bis ca. 25—28° gross gegen die Zusammenwachsungsebene (c-Achse) der Lamellen. ³⁾ Das Mineral besitzt eine ausgezeichnet gute Spaltbarkeit nach einer Fläche, welche ungefähr senkrecht auf der c-Achse steht; der Winkel gegen c wurde u. d. M. zu 85°—90° bestimmt

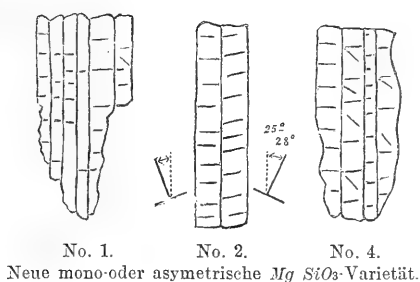
¹⁾ Dabei halte ich mich theils an den in der Literatur zerstreuten Angaben und theils an einigen Beobachtungen, welche ich in 1885 an einigen Originalpräparaten von Ebelmen, Hautefeuille usw. (Collège de France) gemacht habe.

²⁾ Die von Ebelmen dargestellten Krystalle sind bisweilen mindestens 4 cm. lang.

³⁾ Dadurch bekommt das Mineral eine ziemlich grosse Ähnlichkeit mit den kalkreichen Plagioklasen.

(sieh Krystal No. 2, Fig 2), genaue Messungen unmöglich; dabei findet man ziemlich oft Spaltenrisse nach einer Fläche, welche einen Winkel von ca. 45° gegen c bildet (sieh Krystal No. 3), möglicherweise giebt es auch einzelne Spaltenrisse beinahe oder genau parallel mit der c -Achse. Die Interferenzfarben sind ziemlich lebhaft.

Fig. 2.



Aus diesen Kriterien ergibt sich, dass unser Mineral nicht mit Enstatit identisch ist, und dass es überhaupt nicht rhombisch krystallisirt; es gehört entweder dem mono- oder dem asymmetrischen System, — an welches von diesen zwei lässt sich leider nicht bestimmen.

Von den französischen Forschern (F. Fouqué et M. Lévy, Bourgeois) wird es in die Pyroxen-Gruppe eingereiht und als ein monosymmetrischer Augit, mit MgO als alleiniger Base, betrachtet. Der Grund hierzu ist, dass Ebelmen angiebt, dass er an dem betreffenden Mineral die Winkel $\infty P: \infty P = 87^\circ 31'$ und $\infty P: \infty P = 133^\circ 35'$ gefunden hat. Hierüber ist jedoch zu bemerken: Ebelmen hat bei seinen Experimenten nicht nur die neue $Mg SiO_3$ -Varietät, sondern auch den gewöhnlichen Enstatit bekommen¹⁾;

¹⁾ In der an Collège de France aufbewahrten Sammlung des Originalmaterials von Ebelmen findet sich neben den Präparaten, welche das neue Mineral enthalten, auch ein Präparat mit gewöhnlichem Enstatit.

die Messungen hatten ebenso gut an diesem Mineral wie an der neuen Varietät statt finden können. In der That ist es nicht wahrscheinlich, dass die neue Varietät zu der Pyroxengruppe gehöre, und dass sie ein *MgO*-Augit sei; erstens ist die polysynthetische Zwillingsbildung, welche das am meisten hervortretende Kriterium des neuen Minerals bildet, nicht für die Augite charakteristisch; zweitens weicht es in Bezug auf die Spaltbarkeiten stark von den Augiten ab.

An und für sich ist es zugleich auch zweifelhaft, ob reiner *Mg SiO₃* mono-(oder a-) symmetrisch, in die Pyroxengruppe hineingehend, krystallisiren könne; dies würde gegen die allgemeine Gältigkeit der Morphotropi streiten.

MgO-reiche Bisilikat-Schmelzmassen der Åkerman'schen Serie. No. XXVIII_T und No. XXV_T (hier als No. 114 und 115 aufgeführt), mit ca. 5.5 und ca. 3-mal so viel *MgO* als *CaO*.

U. d. M. sieht man: Die Hauptmasse der Präparate wird von einem in stabförmigen, ziemlich langen Individuen auftretenden Mineral ausgemacht, das mit Enstatit identisch ist. Seite bei Seite liegen in beinahe derselben krystallographischen Orientirung eine Serie von einzelnen Stäbchen, welche immer nach der Längenrichtung auslöschen. Schnitte, welche unter gekreuzten Nicols beim Drehen völlig dunkel sind, ergeben bei der Untersuchung in konvergent-polarisirtem Lichte, dass das Mineral nicht optisch einachsigt, sondern zweiachsigt ist. Die Schnitte senkrecht auf der Stabrichtung sind ganz ausgezeichnet typische Pyroxen-Querschnitte, welche von ∞P , bisweilen auch von einem der vertikalen Pinakoiden, begrenzt sind. Die Interferenzfarben sind matt (grau nach der ersten Ordnung). —

Also: ein rhombisches Mineral, mit typischen Pyroxen-Querschnitten und Habitus wie Pyroxen, hauptsächlich aus $Mg SiO_3$ bestehend, und mit Interferenzfarben wie Enstatit. Nach diesen Kriterien und weil wir dabei wissen, dass rhombischer Pyroxen (Enstatit) sich in $Mg SiO_3$ -Schmelzmassen bilden kann, können wir ganz getrost das Mineral als Enstatit auführen. Nach Ermessen hat sich in den zwei Präparaten ca. $\frac{2}{3}$ der ganzen Masse zu diesem Mineral umgebildet; hieraus ergibt sich, dass wenigstens in No. XXV (No. 114) der Enstatit einige Procent Kalk (z. B. 2—4% CaO) enthalten muss. — In der Zwischenmasse zwischen den parallelen Enstatitstäbchen sieht man sehr oft ein anderes Mineral, das in winzigen, nadelförmigen Individuen, mit lebhaften Interferenzfarben, auftritt; die Auslöschung gegen die Längenrichtung ist schief, bis zu ca. 35° . An einzelnen Stellen beobachtet man eine Parallelverwachsung zwischen dem Enstatit und diesem nicht rhombischen Mineral; der Enstatit bildet den Kern, das andere Mineral ist an die Seiten und Enden angewachsen. Nach den krystallographisch-optischen Kriterien kann man dieses Mineral ziemlich sicher als Augit bestimmen. Das Auftreten dieser Verbindung ist leicht zu erklären: In den Schmelzmassen, welche resp. 7.9 und 12.9 % CaO enthalten, hat sich bei dem Krystallisationsprocess MgO in den sich ausscheidenden Enstatit relativ concentrirt; hierdurch ist der CaO -Gehalt in der Mutterlauge relativ gewachsen, und wenn eine bestimmte Grenze überschritten worden ist, hat sich nicht länger Enstatit ($Mg SiO_3$ mit kleinen Mengen $Ca SiO_3$) bilden können, sondern Augit ($Mg SiO_3 + Ca SiO_3$) ist ausgeschieden.

An einigen Stellen in den Präparaten sieht man einzelne ganz klare, wasserhelle, kurz säulenförmige Krystalle, welche schon in durchfallendem Lichte sich von dem Enstatit und dem Augit, die alle beide schwach dunkelgrau gefärbt sind, als etwas besonderes auszeichnen. Bei ge-

kreuzten Nicols lässt sich beobachten, dass dieses Mineral No. 3 von polysynthetischen Zwillingslamellen zusammengesetzt ist (— ganz wie z. B. Plagioklas—), und dass die Auslöschungsschiefe der einzelnen Lamellen bis ca. 25—30° gross ist; dabei sind die Krystalle von einer Menge winziger Spaltenrisse ungefähr senkrecht auf der Längensachse durchgesetzt. Nach diesen Kriterien hat man unzweifelhaft mit der neuen $Mg\ SiO_3$ -Varietät zu thun.

In quantitativer Beziehung spielt die neue $Mg\ SiO_3$ -Varietät hier bei weitem nicht eine so grosse Rolle wie der Enstatit. Die zwei Mineralien scheinen gleichzeitig gebildet zu sein.

Auch in Hohofenschlacken, welche reich an $Mg\ SiO_3$ (mit oder ohne $Fe\ SiO_3$) sind, findet sich gelegentlich rhombischer Pyroxen ausgeschieden. In »Schlackenstudien I«, Seite 24—25, ist eine Hohofenschlacke von Söderfors (Schweden), Mai 1883, beschrieben worden, deren Individuen in Schnitt senkrecht auf der Längenrichtung die bekannten typischen Pyroxen-Durchschnitte zeigen, während die ungefähr nach der c-Achse geschnittenen Individuen immer genau nach der Achse auslöschen. Die Krystalle sind skelettförmig nach der c-Achse und einer Dome ($2\bar{P}\infty$ oder $2\check{P}\infty$) aufgebaut.

In der hier als No. 113 angeführten Hohofenschlacke von Svartnäs (Schweden), mit beinahe dreimal so viel $(Mg, Fe)\ O$ als $Ca\ O$, finden sich mehrere Mineralien; die Hauptmasse besteht aus rhombischem Pyroxen, der durch folgende Kriterien gekennzeichnet wird: typische Pyroxen-Querschnitte, von Säule und Pinakoiden begrenzt, Auslöschung genau nach der Längenrichtung (c-Achse) der Individuen; schwache Interferenzfarben; die chemische Zusammensetzung des ganzen Magma ist ziemlich genau $R\ SiO_3$, wo R hauptsächlich

= *Mg*; deswegen würde schon a priori zu vermuthen sein, dass dasjenige Mineral, welches die Hauptrolle spielt, ein Magnesia-Bisilikat ist. Dabei findet sich auch etwas monosymmetrischer Augit und kleine Mengen eines Minerals (Olivin, Glimmer?), das sich nicht mit Sicherheit bestimmen lässt; endlich sieht man auch etwas Glas.

Wie es früher nachgewiesen worden ist, bildet sich bei der Abkühlung von trockenen Schmelzmassen, welche ausschliesslich oder hauptsächlich aus Kalk-Bisilikat bestehen, in bei weitem den meisten Fällen die neue hexagonale $CaSiO_3$ -Verbindung; nur in ganz vereinzelter Fällen krystallisirt $CaSiO_3$ als Wollastonit. Nirgends sind bis jetzt die zwei dimorphen $CaSiO_3$ -Mineralien in denselben Schmelzmassen nachgewiesen worden. — Wo in den Schmelzmassen $MgSiO_3$ vorwaltet, scheidet das Magnesia-Bisilikat sich bald als Enstatit, bald als die neue mono- oder asymmetrische Varietät aus; die zwei Mineralien treten mehrmals gleichzeitig mit einander auf. Auf welchen besonderen physikalischen Bedingungen die Bildung der zwei Mineralien beruht, können wir nicht angeben. Nur werden wir darauf aufmerksam machen, dass die Dauer der Abkühlung keine hervortretende Rolle zu spielen scheint, wenn sie sich nicht auf längere Zeitperioden, wie z. B. beim Erstarren der Eruptivgesteine, erstreckt; die zwei $MgSiO_3$ -Mineralien können sich nämlich sowohl bei einer sehr kurzen Krystallisationszeit (von ungefähr einer Stunde, wie bei den in Tiegeln erstarrten Producten der Åkerman'schen Serie) als bei bedeutend längerer Dauer der Abkühlung (wie bei einigen Experimenten von F. Fouqué et Michel Lévy) ausscheiden.

Analysen von Schmelzmassen, welche rhombischen Pyroxen, gelegentlich auch die neue $MgSiO_3$ -Varietät (nebst Augit usw.) enthalten:

	Hohofen-Schlacke.	Aus der <i>Åkerman</i> 'schen Serie.	
Åkermans No.		No. XXV	No. XXVIII
Meine No.	No. 113	No. 114	No. 115
SiO_2	56.77	57.6	58.5
Al_2O_3	5.30	0.9	0.9
CaO	12.20	12.9	7.9
MgO	22.75	27.6	31.7
MnO	1.63		
FeO	1.66	1.0	1.0
Sum	100.31	100.0	100.0
Sauerstoffverh	1.92	2.01	2.00
$CaO : (Mg, Fe)O$. . .	2.69 : 7.31	2.48 : 7.52	1.51 : 8.49

No. 113. Von Carl Carlson (Stockholms Bergskola) analysirt.

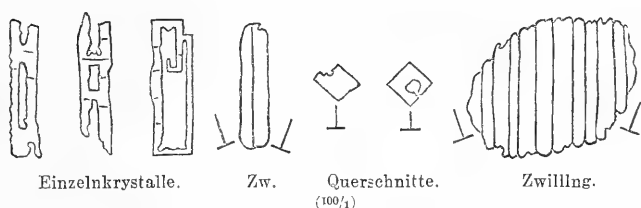
Hypersthen ($Fe SiO_3$) und eine neue dimorphe, mono- oder asymmetrische $Fe SiO_3$ -Varietät (?)

Wie es schon a priori zu erwarten wäre, lässt sich, wie es von französischen Mineralsynthetikern (F. Fouqué et Michel Lévy) nachgewiesen worden ist, der Hypersthen ($(Fe, Mg) SiO_3$ oder $Fe Si_3$) durch Schmelzung darstellen. Dabei ist es auch wahrscheinlich, dass eine dem neuen mono- oder asymmetrischen $Mg SiO_3$ -Mineral entsprechende $Fe SiO_3$ -Varietät gegentlich sich bildet.

Wir werden zuerst eine an $Fe SiO_3$ sehr reiche Schlacke von dem Nickelrohsteinschmelzen bei Skjåkerdalen Nickelwerk, Norwegen (1886) beschreiben. — U. d. M. sieht man

in einer schwarzen, von FeS und $Fe_3 O_4$ gefärbten Grundmasse zahlreiche wasserhelle Krystalle, die wahrscheinlich aus $RSi O_3$, wo $R = Fe$ mit etwas Mg , usw. bestehen. Die Krystalle, welche lang-säulenförmig entwickelt sind, sind theils Einzelkrystalle, theils Zwillinge, mit Zusammenwachsungsebene nach der Längenrichtung (c-Achse) der In-

Fig. 3.

Neues, mono- oder a- symmetrisches $FeSiO_3$ -Mineral (?)

dividuen. Die Einzelkrystalle sind an den Seiten im allgemeinen von ganz gut entwickelten Flächen der c-Zone begrenzt; an den Enden sind sie bald von einer auf c ungefähr senkrecht stehenden Fläche (OP) abgeschnitten, bald sind sie unregelmässig abgebrochen. Die Querschnitte erinnern sehr stark an die gewöhnlichen, von ∞P begrenzten Augit- Querschnitte. — Die Zwillinge zeigen im allgemeinen nur zwei oder drei Lamellen; ausnahmsweise findet sich jedoch auch ein polysynthetischer Zwillingsaufbau, cfr. den letzten Krystal in Fig. 3. — Das Mineral besitzt eine ziemlich gute Spaltbarkeit nach derjenigen Fläche, welche früher als OP bezeichnet ist. Die Auslöschung folgt nicht der c-Achse, bildet dagegen mit dieser einen Winkel bis zu ca. 25—30°; die Zwillinge, besonders diejenigen, welche polysynthetisch zusammengesetzt sind, bekommen dadurch eine ganz frappante Ähnlichkeit mit den kalkreichen Plagioklasen. Die Interferenzfarben sind grau mit einer bläulichen Nuance.

Das Mineral kann, hauptsächlich wegen der schiefen Auslöschung, nicht mit Hypersthen identisch sein; auch kann

es, wegen der matten Interferenzfarben und der Spaltbarkeit nach *OP*, kein gewöhnlicher monosymmetrischer Augit sein. Dagegen entspricht es in Bezug auf die krystallographisch-physikalischen Eigenschaften genau der kürzlich beschriebenen neuen *Mg SiO₃*-Varietät. Weil das Mineral aus einer Bisilikatschmelzmasse, mit *FeO* als wichtigster Base, ausgeschieden worden ist, ist die chemische Zusammensetzung wahrscheinlich *(Fe,Mg) SiO₃*, vielleicht mit geringer Mengen von *Ca SiO₃*.

Als Resultat der Untersuchung ergibt sich, dass *Fe SiO₃* oder *(Fe,Mg) SiO₃* ein neues, der neuen *Mg SiO₃*-Varietät entsprechenden Mineral zu bilden scheint.

Dieser Schluss wird durch mehrere mineralsynthetischen Untersuchungen bestätigt. — An Collège de France habe ich Gelegenheit gehabt einige Präparate von Schmelzmassen zu studiren, die theils aus *Fe SiO₃* allein, theils aus *Fe SiO₃* + 3 *Mg SiO₃* bestehen. In beiden hatte sich, neben Magnetit und rhombischem Pyroxen, auch ein in Zwillingen auftretendes Mineral, das schiefe Auslöschung und Spaltbarkeit senkrecht auf den Zwillinglamellen zeigt, in ziemlich bedeutender Menge gebildet. Dieses Mineral zeigt dieselben mineralogischen Eigenschaften wie die mono- oder asymmetrischer *Mg SiO₃*-Varietät; weil es aus einer *FeO*- und *FeO*- & *MgO*-Bisilikatschmelzmasse, neben Hypersthen ausgeschieden worden ist, besteht es aller Wahrscheinlichkeit nach aus resp. *Fe SiO₃* und *(Fe,Mg) SiO₃*.

Rhodonit.

Rhodonit*) bildet sich bekanntlich äusserst leicht auf künstlichem Wege, theils durch Schmelzung und Abkühlung

*) Cfr. die Übersichtsarbeiten von F. Fouqué et Michel Lévy und von L. Bourgeois nebst »Schlackenstudien, I,« Seite 29—37.

von Schmelzflüssen, welche reich an $MnSiO_3$ sind, und theils durch Schmelzung von MnO & SiO_2 in $MnCl_2$, wahrscheinlich noch nach mehreren anderen Methoden. — In den Schlacken von einigen metallurgischen Processen, nämlich von der sauren Bessemerung und Martin-Schmelzung von manganreichem Roheisen, findet sich unser Mineral sehr häufig. Es zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass es im allgemeinen in relativ sehr grossen Individuen ausgeschieden ist, die leicht frei entwickelte Krystalle bilden; in Hohlräumen der rhodonitführenden Schlackensteine findet man so beinahe immer unzählig viele Rhodonitkrystalle. — Diese sind zwar oft sehr glänzend, aber auch im allgemeinen stark facettirt; es ist deswegen schwierig oder beinahe unmöglich gute, messbare Krystalle zu erhalten. — Die vielen Hunderte, vielleicht sogar Tausende in Schlacken ausgeschiedenen Rhodonitkrystalle, welche ich gesehen habe, sind immer nach einem bestimmten Typus entwickelt gewesen, der am nächsten mit dem von G. Flink¹⁾ als No. 5 angeführten Typus der Rhodonite von Pajsberg und Långban zu vergleichen ist. — Wählen wir die von Dana und Groth vorgeschlagene und später von G. Flink durchgeführte Aufstellung des Achsensystems, bekommen wir für die Schlackenrhodonite als die am meisten hervortretenden Flächen:

$$\begin{array}{cccc} a & b & o & s \\ OP & \infty P'_i & \infty P \infty & \infty P \infty \end{array}$$

Die Krystalle sind immer, wie in der Fig. 4 angegeben, tafelförmig, oft sogar ganz dünn blattförmig, nach a und dabei etwas in die Länge nach der Richtung $a:b$ ausgezogen. o ist im allgemeinen stärker entwickelt als s ,

¹⁾ G. Flink. Om rodonit från Pajsberg och Långban. Öfversigt af k. Vetenskaps-Akad. Förh. 1885. No. 6.

6 — Arkiv for Mathematik og Naturv. 13 B.

Trykt den 20 Decbr. 1888.

der gelegentlich gänzlich fehlt. Die Fläche $\infty'P(c)$ ist nur in vereinzelten Fällen beobachtet worden. — In der Zone $a:b$ findet sich im allgemeinen eine oder mehrere Flächen von der Formel mP' und mP , nämlich x , q und z , y (cfr. Fig. 4); von diesen entspricht q der an den natürlichen Rhodoniten auftretenden $2P'$, die übrigen lassen sich nicht sicher bestimmen. — Bisweilen findet sich

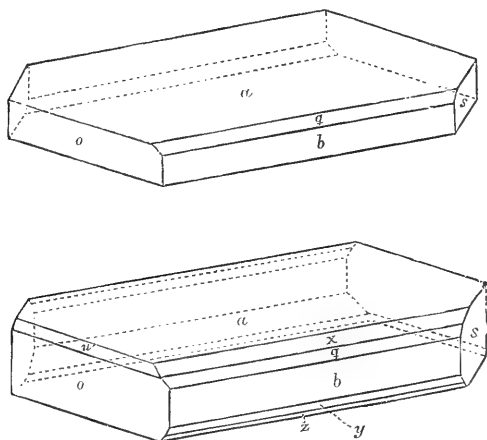


Fig. 4.

in der Zone $o:a$ eine Makrodoma μ' von der Formel $n'P'\infty$, gelegentlich noch mehrere, schlecht entwickelte und nicht bestimmbare Flächen.

Die Messungen einiger ziemlich eisenreichen Rhodonitkrystalle von einer Bessemerschlacke von Westanfors¹⁾ (24/9 1874) und einiger ebenfalls eisenreichen Krystalle von einer Bessemerschlacke von Sandviken²⁾ 1886 ergaben:

¹⁾ Cfr. »Schlackenstudien«, I.

²⁾ An der Universität zu Kristiania gemessen.

Sandviken, 1886.

Westanfors

	No. 1.	No. 2.		No. 3.		No. 4.	No. 5.	Natürlicher Rhodonit. ¹⁾
		111° 0'	111° 0'	110° 56'	110° 54'			
$a:b$	111° 6½'			136° 12'		(ca. 111° 1½°)	111° 2'	111° 15'
$a:q$				154° 45'				136° 52½'
$b:q$								154° 22½'
$a:o$				72° 29'		108° 26'		107° 23½'
$a:s$								78° 42½'
$b:o$	(129½–132)			131° 50'		132° 7'		131° 27'
$b:s$								134° 7'
$o:s$						97° 36'		94° 26'
$a:x$		154° 49'	154° 45'				154° 42'	
$a:z$		(162° 15')	(162)					
$a:y$						(87½)		

¹⁾ Nach G. Flinck (l. c.).

Die Winkel $a:b$, $a:q$, $b:q$, $a:o$ und $b:o$ zeigen bei dem künstlichen Rhodonit eine ziemlich gute Uebereinstimmung mit denjenigen des natürlichen. — Die Fläche s ist durch folgende Angaben bestimmt: sie liegt erstens in der Zone $o:b$, zweitens geht bei dem künstlichen Mineral, wie auch bei dem natürlichen, eine gute Spaltbarkeit nach dieser Fläche, und drittens stimmen die Winkelmessungen $a:s$ und $b:s$, $a:s$ annähernd mit denjenigen des natürlichen Minerals.

Weil sämtliche untersuchten Krystalle mehr oder weniger facettirt sind, geben die Messungen kein absolutes Vertrauen; jedoch darf man wohl den Schluss ziehen, dass die krystallographischen Konstanten, besonders die Lage der Fläche s und der Winkel $a:b$, der nach den Messungen an vier verschiedenen Krystallen ca. $\frac{1}{4}^\circ$ kleiner als beim natürlichen Mineral ausgefallen ist, nicht unwesentlich von denjenigen des natürlichen Minerals abweichen; die Ursache hierzu wäre in dem bedeutenden FeO -Gehalt der Schlackenrhodonite zu suchen.

In Bezug auf die Spaltbarkeiten finden wir eine absolute Uebereinstimmung: bei dem künstlichen Mineral finden sich ausgezeichnet gute Spaltbarkeiten nach $\infty'P(c)$ und $\infty P'(b)$ und nicht so stark hervortretende Spaltbarkeiten nach $\infty \bar{P}\infty(o)$ und $\infty \bar{P}\infty(s)$, möglicherweise, obwohl fraglich, noch nach anderen Flächen. Bei dem natürlichen Rhodonit gehen die besten Spaltbarkeiten nach $\infty'P$ und ∞P , (entsprechend der Spaltbarkeit ∞P bei Augit); dabei finden sich auch Spaltbarkeiten nach den vertikalen Pina-koiden (wie bei Hypersthen und anderen Gliedern der Pyroxengruppe).

Weil die künstlichen Krystalle sehr spröde sind, erlauben sie keine vollständige optische Untersuchung; jedoch können wir einige optische Beobachtungen ausführen. — In einem Schnitte von einer stängligen Rhodonitschlacke von Westanfors, mit Längenrichtung der Individuen nach $a:b$,

bildet die Auslöschung einen Winkel von ca. 19° mit der Kante b und ca. 50° gegen a ; nach G. Flink sind die entsprechenden Winkel bei dem natürlichen Rhodonit im Schnitt $\neq c$ resp. $17^\circ 6'$ und $51^\circ 25'$. — In einigen mikroskopischen Präparaten $\neq a$ freier Krystalle (von einer Bessemereschlacke von Westanfors, 1878) wie auch in einigen ganz dünnen, durchsichtigen Krystallen von Sandviken bildet die Auslöschung einen Winkel resp. ca. 59° und ca. 60° mit der Kante b ; G. Flink hat bei dem natürlichen, eisenarmen Rhodonit denselben Winkel zu $54^\circ 26\frac{1}{2}'$ bestimmt.

U. d. M. ist der in den Schmelzmassen ausgeschiedene Rhodonit sehr leicht zu erkennen: Die Individuen, die oft eine Grösse von 1—3 cm. erreichen, sind beinahe immer nach der Richtung $a:b$ ausgezogen und dabei dünn tafelförmig nach der Fläche a ; sehr oft liegen mehrere Individuen in beinahe derselben Orientirung auf einander nach a . — Die Spaltbarkeiten, besonders nach $\infty P'$ und $\infty' P$, sind immer stark hervortretend. — Die Farbe der FeO -haltenden Rhodonite ist je nach dem wechselnden FeO -Gehalt mehr oder weniger gelb oder gelbbraun (ohne röthliche Nuance); der Pleochroismus ist schwach (gelb und gelbbraun von verschiedener Intensität), die Interferenzfarben ziemlich lebendig. Die Auslöschungsrichtungen in den Schnitten $\neq a$ und $\perp a:b$ lassen sich oft bestimmen.

In Bezug auf die Beschreibung einiger Schlacken, welche nur aus Rhodonit, mit oder ohne Glas, bestehen, verweise ich auf »Schlackenstudien, I«; hier werden wir uns vorzugsweise mit Präparaten beschäftigen, welche gleichzeitig Rhodonit und Fayalit oder Rhodonit und Augit enthalten.

In einigen Bessemereschlacken von Sandviken und Westanfors (No. 118 und 119, daneben auch eine nicht analysirte, hier »Sandviken, 1883« bezeichnete Schlacke — mit ca. 43—45 % SiO_2 , 25—37 % MnO , 15—30 % FeO , unbedeutend Al_2O_3 ,

CaO, *MgO*, Sauerstoffverh. 1.65—1.70) hat sich zuerst Rhodonit, in den bekannten grossen Krystallen, ausgeschieden. Zwischen den Rhodonit-Individuen und angewachsen an diese sitzt, als eine spätere Bildung, ein Mineral, welches nach dem rhombischen Auslöschen, der Farbe und den charakteristischen Interferenzfarben, der Begrenzung von ∞P . $\infty \bar{P} \infty$. $2 \bar{P} \infty$, wo $\infty \bar{P} \infty$ eine grosse Tafel bildet, der Aufbaurichtungen auf der Fläche $\infty \bar{P} \infty$, usw. sich mit Sicherheit als Fayalit oder *MnO-FeO*-Olivin bestimmen lässt. Die Restmasse ist zum Schluss als Glas erstarrt. — In No. 119 hat sich nach Ermessen ca. 65 % Rhodonit und 10—15 % Fayalit, und in »Sandviken 1883« ca. 55 % Rhodonit und 15—20 % Fayalit (in bis 1 mm. grossen Krystallen) gebildet. — Die Krystallisationsvorgänge bei diesen Schlacken sind leicht zu erklären: nach dem *SiO₂*-Gehalt oder dem Sauerstoffverh. (etwas über 1.60) und dem grossen *MnO*-Gehalt muss sich zuerst Rhodonit ausscheiden; weil dieses Mineral ziemlich bedeutend mehr *SiO₂* enthält als die ursprüngliche Schmelzmasse, wird diese während der Aussonderung des Rhodonits Schritt für Schritt mehr basisch, und wenn eine bestimmte Grenze überschritten worden ist, hört die Ausscheidung des Rhodonits auf; die Schmelzmasse, welche reich an *FeO* und *MnO* ist, ist jetzt hinlänglich basisch geworden, und folglich muss ein *MnO-FeO*-Olivin sich bilden. Nach dem Ermessen der Gehalte an Rhodonit in No. 18 und 19 hat die Aussonderung des Rhodonits bei einem Sauerstoffverh. von resp. ca. 1.40—1.45 und 1.35 aufgehört.

In der Bessemerschlacke No. 29 von Domnarfvet, 1883, finden sich wiederum Fayalit und Rhodonit, jedoch in der umgekehrten Krystallisationsfolge: zuerst hat sich hier Fayalit in cm.-grossen Tafeln, ca. 35 % der ganzen Masse ausmachend, ausgeschieden, — später als Mineral No. 2. Rhodonit, in bis 2—3 mm. langen Individuen, ca. 45 %

der ganzen Masse, zum Schluss Glas. — Obwohl diese Schlacke nur ca. 2—3 % weniger SiO_2 als No. 118 und 119 enthält, finden wir trotzdem einen ganz veränderten Krystallisationsprocess; die Ursache hierzu ist, dass bei No. 118 und 119 das Sauerstoffverh. (1.65 und 1.69) höher als das entscheidende Sauerstoffverh. (ca. 1.55—1.60) zwischen den Oliven- und Pyroxen-Magmata ist (cfr. »Schlackenstudien, I,« graphische Darstellung, Seite 274), bei No. 29 dagegen niedriger. — Nach dem Ermessen des Gehalts an Fayalit bei No. 29 ist die Aussonderung dieses relativ basischen Minerals bei einem Sauerstoffverh. ca. 1.75—1.80 aufgehört.

Um den mineralbildenden Einfluss von MnO und CaO in Bisilikat-Schmelzmassen näher bestimmen zu können, werden wir einige Schmelzmassen mit wechselnden Gehalten an CaO und MnO beschreiben.

Hohofenschlacke von Hofors, 1859 (Analyse No. 75, ausführliche Beschreibung in »Schlackenstudien, I«, Seite 34—36). — Schon makroskopisch kann man hier bestimmen, dass zwei verschiedene Mineralien vorliegen; erstens findet sich ein grobkrySTALLINISCHER Theil, der in Drusenräumen frei entwickelte Augitkrystalle hält, zweitens sieht man krySTALLINISCHE Kugeln mit radieller Structur und von einer anderen Farbe als die des Augits, schliesslich giebt es auch etwas Glas. — Ein Präparat des grobkrySTALLINISCHEN Theils zeigt den gewöhnlichen monosymmetrischen Augit, in grossen Individuen, mit kleinen Mengen von Glas zwischen den skelett-förmigen Aufbaustäbchen. Die radiellen Kugeln dagegen bestehen der mikroskopischen Untersuchung gemäss aus Rhodonit, der nach dem Habitus, Aussehen und der Farbe, besonders jedoch nach den charakteristischen Spaltbarkeiten und Auslöschungen sowohl in der Längenrichtung der Individuen ($\neq a:b$) als in den Querschnitten ($\perp a:b$) mit Sicherheit bestimmt worden ist. — Die Ursache, dass hier an verschiedenen Stellen desselben Magma gleichzeitig die

zwei Mineralien Augit und Rhodonit gebildet worden sind, ist darin zu suchen, dass die Schmelzmasse ein mittleres Verhältniss zwischen MnO und CaO , MgO mit FeO enthält.

Schmelzmassen der Åkerman'schen Serien. — Bisilikat, mit wechselnden Gehalten an MnO und CaO .

No. CCXXIV_T (beinahe reiner $MnSiO_3$). Grobstänglicher Rhodonit, mit Individuen bis 2—3 mm. Länge. — No. 13_T (4 MnO :1 CaO) ebenso Rhodonit, in etwas kleineren Individuen. — No. 14_T (3 MnO :2 CaO) Rhodonit (mit etwas Augit?). — No. 15_T (3 CaO :2 MnO) Augit, nach folgenden Kriterien bestimmt: Die Querschnitte des Minerals sind typische Augit-Querschnitte, von ∞P begrenzt, Spaltbarkeit nach ∞P , Auslöschung nach den Pinakoiden; die Längenschnitte zeigen bis 35—40° schiefe Auslöschung; Inferenzfarben und Aussehen wie bei dem gewöhnlichen monosymmetrischen Augit. — Daneben auch etwas Glas.

2.5-Silikate, mit wechselnden Gehalten an MnO und CaO . — No. CCXXV_T (mit beinahe nur MnO) und CCLVII_T (3 MnO :2 CaO). Rhodonit mit etwas Glas.

Die bis jetzt beschriebenen Schmelzmassen sind sämtlich bei dem gewöhnlichen Druck von einer Atmosphäre erstarrt; dass Rhodonit auch in den MnO -reichen Bisilikat-Schmelzmassen bei höherem Druck sich bilden kann, geht daraus hervor, dass ich gelegentlich¹⁾ eine Schlacke untersucht habe, die bei einem hydraulischen Druck von ca. 75 Atmosphären erstarrt und von Rhodonitkrystallen voll war.

¹⁾ An dem mineralogisch-petrographischen Institut der Universität zu Leipzig, wo Professor Dr. F. Zirkel mir freundlichst die vorliegende Schlacke gezeigt hat.

Analysen von Bessemerschlacken, Rhodonit enthaltend.

	No. 116.	No. 117.	No. 118 ¹⁾ .	No. 119.
<i>Si O₂</i>	53.90	47.34	44.72	42.85
<i>Al₂ O₃</i>	1.71	3.52	2.45	3.94
<i>CaO</i>	1.86	0.45	1.89	0.70
<i>MgO</i>		0.03		Spur
<i>MnO</i>	21.69	39.42	25.40	36.83
<i>FeO</i>	19.93	9.06	28.93	15.62
<i>P₂ O₅</i>				0.015
Sum . .	99.09	99.82	103.39	99.955
Sauerstoffverh.	2.70	1.99	1.69	1.65
<i>FeO</i> : <i>MnO</i> . .	4.75 : 5.25	1.85 : 8.15	5.29 : 4.71	2.95 : 7.05

Sämmtliche von schwedischen Eisenwerken.

No. 116. Von Sandviken, 1883 (von. cand. min. C. Riiber, metallurgisches Laboratorium, Kristiania, analysirt). Mit grossen Rhodonitkrystallen.

No. 117. Von Långshyttan, 1884 (C. G. Särnström, Stockholm). Mit grossen Rhodonitkrystallen.

No. 118. Von Sandviken, 1883 (stud. min. E. Knutsen, Kristiania) und

No. 119. Von Westanfors, 1874 (Dr. A. Tamm, Stockholm), die zwei letzteren mit 1) Rhodonit, 2) Fayalit.

Cfr. auch No. 29 und No. 75. — Die 2.0- und 2.5-Schmelzmassen mit wechselnden Gehalten an *MnO* und *CaO* der Åkermann'schen Serie enthalten nur unbedeutende Spuren von *Al₂ O₃*, *MgO* und *FeO*.

¹⁾ *SiO₂*, *CaO*, *MnO*, *FeO* Mittel der Bestimmungen:

<i>SiO₂</i>	<i>CaO</i>	<i>MnO</i>	<i>FeO</i>
44.69	1.91	25.05	28.98
44.75	1.88	25.75	28.88

Der Ueberschuss der Analyse stammt theilweise von eingemengtem metallischen Eisen, das als *FeO* aufgeführt worden ist.

Magnesiaglimmer.

*Literatur.*¹⁾

Mitscherlich. Ueber das Verhältniss der Krystalform zu den chemischen Proportionen. Dritte Abh.: Ueber die künstliche Darstellung der Mineralen aus ihren Bestandtheilen. Abhandlungen der k. Akad. der Wissenschaften zu Berlin, 1822—23.

I. H. L. Vogt. »Schlackenstudien, I«, — Resumée in *Jernkontorets Annaler*, — Vortrag²⁾, in der mineralogisch-geologischen Section der Naturforscherversammlung zu Kristiania, Juli 1886 gehalten, über »die künstliche Bildung des Glimmers«, Resumée in: *Forhandlingar ved de skandinaviske naturforskeres 13de møde i Kristiania*, 1886, Seite 76—77.

I. H. L. Vogt. Om kunstig dannelse af glimmer (Ueber die künstliche Bildung des Glimmers). *Kristiania-videnskabsselskabs forhandlingar* 1887 (Sitzung 4ten Febr. 1887) — *Berg- und Hüttenmännische Zeitung*, 1888, No. 22

P. Hautefeuille et L. Péan de Saint-Gilles. Sur la reproduction des micas. *Comptes rendus* 1887 (21 février).

K. v. Chrustschoff. Ueber künstlichen Magnesiaglimmer (Mai 1887). *Tschermacks Min. Petrogr. Mitth.* 1888³⁾.

Cfr. auch frühere Arbeiten von K. C. v. Leonhard (*Künstlicher Glimmer*, *Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal.* 1854 und *Hüttenerzeugnisse etc.* 1858, Seite 224—237) und von Forchhammer (*Annalen der Chemie und Physik*, B. XC, 1854, Seite 226).

¹⁾ Während des Drucks ist eine vorläufige Mittheilung von C. Doelter »Ueber die künstliche Bildung von Muscovit, Biotit und Lepidolith« in *Neuem Jahrb. f. Min. Geol. Pal.* 1888, B. II, erschienen. — Es handelt sich hier um die Darstellung verschiedener Glimmerminerale bei Schmelzung in Fluoriden.

²⁾ Hier wurde eine Analyse des rein isolirten Magnesiaglimmers aus einer Schlacke von Kafveltorp mitgetheilt.

³⁾ Am 4ten Febr. 1887 wurde meine früher in Juli 1886 an der Naturforscher-Versammlung vorgetragene Abhandlung über künstlichen Glimmer zum Druck in den *Verh. der Wissensch.-Gesell. zu Kristiania* abgeliefert, — am 21ten Febr. 1887 wurde die Abhandlung von Hautefeuille und St. Gilles in der französischen Akademie vorgelesen, — und am 20ten desselben Monats kündigte Chrustschoff an, er habe künstlichen Magnesiaglimmer dargestellt. — Wir haben alle ganz von einander unabhängig gearbeitet.

Magnesiaglimmer ist gelegentlich in verschiedenen Schlacken (Rohschlacken beim Verschmelzen von Kupferstein bei Kafveltorp und Garpenberg, Schweden, Hohofenschlacken von Königin-Maria Hütte pr. Zwickau, Sachsen) nachgewiesen worden, dabei auch bei Schmelzung von Silikaten mit Fluoriden (Hautefeuille, Chrustschoff) künstlich dargestellt worden. — Indem ich auf meine früheren Arbeiten hinweise, werde ich hier nur darauf aufmerksam machen, dass der Magnesiaglimmer von den Kafveltorper-Schlacken durch folgende Kriterien charakterisirt wird: Das Mineral tritt in dünnen, sechsseitigen, elastisch biegsamen Blättern (welche bis 5—6 mm. breit sind) auf; Prismenwinkel ca. 121° ; ausgezeichnet gute Spaltbarkeit nach *OP*; Schlagfigur wie natürlicher Glimmer; optisch zweiachsig und negativ; spitze Bissectrix beinahe senkrecht zu *OP*, Abweichung nur ca. $1\text{--}1.5^\circ$; Oeffnung zwischen den optischen Achsen ganz klein. (Die Ebene der optischen Achsen konnte nicht bestimmt werden). Ganz farblos, folglich nicht pleochroitisch, lebhaft Interferenzfarben. Von Säuren beinahe nicht angreifbar. Zusammensetzung des nach der Gleitungsmethode beinahe rein isolirten Glimmers:

Analyse No. 120.

SiO_2	Al_2O_3	FeO^1	CaO	MgO	ZnO	Cu_2O	Sum	Rest
42.20	11.30	5.92	2.29	22.93	1.40	0.30	86.34	ca. 13 % Na_2O & K_2O

Dabei etwas *S* von mechanisch angemengten Monosulfid (*Fe S*).

Der Glimmer von den Garpenberger Schlacken zeigt dieselben Eigenschaften, ebenso derjenige von den Hohofen-

¹⁾ Hierin etwas Fe_2O_3 , wahrscheinlich ca. 0.5 %, höchstens 1 %, mitgerechnet.

schlacken von Königin-Maria Hütte, nur mit dem Unterschied, dass dieser nicht farblos, sondern gelbbraun ist; dieser Glimmer ist stark pleochroitisch, nach demselben Princip wie natürlicher Magnesiaglimmer.

In den Schlacken von Kafveltorp und Garpenberg ist Glimmer der zuerst ausgeschiedene Bestandtheil; er bildet ca. 10 % der ganzen Masse; späterhin ist Augit (gelegentlich mit anderen Mineralien) auskrystallisirt. — In den Schlacken von Königin-Maria Hütte dagegen ist zuerst sehr viel Melilith, der ca. 85—90 % der ganzen Masse bildet, ausgeschieden und späterhin Glimmer.

In den Rohschlacken von dem jetzt im Betriebe stehenden Kafveltorp Kupferwerk wird Glimmer nicht ausnahmsweise, unter ganz exceptionellen physikalischen und chemischen Bedingungen, sondern bei einer bestimmten Beschickung täglich und in grossen Massen gebildet; man kann dort Schiffsladungen von Glimmerschlacken liefern. — Die an dem Werke zur Schmelzung kommenden Erze enthalten, neben Kupfer- und Eisenkiese, Bleiglanz, Zinkblende, variirende Mengen von Hornblende, Biotit, — also MgO -reichen Silikaten, — daneben Quarz, Feldspath, Salit, Spuren von Kondrodit usw., im allgemeinen auch etwas Flusspath. Je nachdem die Beschickung mehr oder weniger von dem einen oder dem anderen Mineral enthält, und je nachdem das Erz mehr oder weniger stark geröstet wird, ändert sich die Zusammensetzung der Schlacke; in Uebereinstimmung damit finden wir, dass bald Olivin, bald Glimmer, bald vielleicht auch Augit in der Schmelzmasse zuerst ausgeschieden wird. Diejenige Beschickung, bei welcher der Magnesiaglimmer sich in der Schlacke bildet, enthält nach den an dem Werke gemachten Beobachtungen immer etwas, obwohl nur ziemlich wenig Flusspath (höchstens ca. 1—3 %).

Analysen von Glimmer-führenden Schlacken von dem
Rohschmelzen bei Kafveltorp und Garpenberg.

	Kafveltorp.					Garpenberg.	
	No. 121	No. 122	No. 123	No. 124	No. 125	No. 126	
<i>SiO₂</i>	40.85	42.17	43.98	45.50	43.24	46.62	
<i>Al₂O₃</i>	9.55	9.22	13.66 ¹⁾	9.35	8.16	8.57	
<i>FeO</i>	17.74	6.59	10.05	8.11	10.85	8.29	
<i>CaO</i>	13.29	15.61	18.28	17.94	20.02	21.12	
<i>MgO</i>	12.20	18.28	10.07	12.41	12.64	9.43	
<i>ZnO</i>	1.43	1.70	2.75	1.65	1.08	0.86	
<i>MnO</i>			0.20	0.42			
<i>Cu</i>	0.29	0.17	0.30	0.23	0.06	0.08	
<i>S²⁾</i>		0.19	0.21				
Sum	95.35	93.93	99.50	95.63	96.05	95.07	
Alkalien, Rest . .	ca. 4.0	ca. 5.0	(ca. 2.5?)	(ca. 4.0)	(ca. 3.5)	(ca. 4.0)	
Sauerstoffverh. . .	1.20	1.20	1.24	1.38	1.33	1.50	
<i>CaO</i> : (<i>Mg</i> , <i>Fe</i> , <i>Mn</i>) <i>O</i>	3.07 : 6.93	3.37 : 6.63	4.54 : 5.46	4.23 : 5.72	4.34 : 5.66	5.38 : 4.62	

¹⁾ Vielleicht etwas zu viel. — ²⁾ Als *FeS*, *Cu₂S* usw.

No. 121—125 sind von Kafveltorp, die zwei ersten vom Jahre 1886 (von O. Sandstad, Metallurgisches Laboratorium, Kristiania, analysirt), No. 123—124 von früheren Jahren (von S. Carlswård und C. F. Davidsson, Bergskolan, Stockholm, analysirt), No. 125 vom Jahre 1883 (mir von dem Director des Kupferwerkes mitgetheilt). — No. 126, von Garpenberg, ist eine sehr alte Schlacke, welche ich an Ort und Stelle im Jahre 1886 gesammelt habe (von A. A. Bachke, Metallurgisches Laboratorium, Kristiania, analysirt).

Zum Vergleich werden wir auf die zwei Olivin-führenden Rohschlacken No. 27 und 28 von Kafveltorp, ebenfalls vom Jahre 1886, hinweisen; diese halten ziemlich genau ebenso viel SiO_2 und Al_2O_3 , dagegen mehr $\text{MgO} + \text{FeO}$ im Verhältniss zu CaO und wahrscheinlich weniger Alkali als die Glimmerschlacken.

Die Analyse der Melilith-Glimmer-führenden Hohofenschlacke von Königin-Maria Hütte ist als No. 146 unter den Melilithschlacken aufgeführt.

Der Glimmer von den Schlackensteinen von Kafveltorp ist sowohl in der Mitte der Steine als an den Seiten, in einer Entfernung von ca. 1—2 cm. von den äusseren Grenzen, ausgehieden, o: es spielt hier für die Bildung des Glimmers keine Rolle, ob die Abkühlung sehr schnell (in ca. $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde) oder etwas langsamer (in ca. 6—12 Stunden) vor sich geht.

Bei den Experimenten von Hautefeuille & P. de St. Gilles und von Chrustschoff ist die Synthese des Glimmers dadurch gelungen, dass resp. Magnesiaglimmer und ein Al_2O_3 -, MgO & FeO -, CaO -, Na_2O & K_2O -haltiges Silikat mit ziemlich bedeutenden Mengen von Fluoriden zusammengeschmolzen wurde. — Das von Chrustschoff

angewandte Silikatgemenge, das mit ca. 25—30 % Kiesel-fluorkalium, Fluornatrium und Fluoraluminium (mit etwas Fluormagnesium) zusammengeschmolzen wurde, hatte annähernd die Zusammensetzung:

Analyse No. 127.

SiO_2	Al_2O_3	FeO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	Sum
46 %	16	8	12	10,5	5.5	2 %	100 %

(daneben etwas TiO_2 und MnO).

Wie man sieht, weicht dieses Gemenge nur ziemlich wenig von den Zusammensetzungen der früher aufgeführten Glimmerschlacken ab.

Der erhaltene Glimmer bestand aus:

Analyse No. 128.

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	Fl	Sum
39.11	18.09	2.17	8.55	Spur	20.19	0.83	7.23	1.74	1.65	99.56

Bei schneller Abkühlung von CaO -führenden Mischungen (mit ca. 10—20 % CaO) geht also in den Magnesiaglimmer, der sonst eigentlich kein CaO enthält, ca. 2 % CaO (nach meiner Untersuchung) und ca. 0.8 % CaO (nach Chrustschoff) hinein.

Hautefeuille & P. de St-Gilles haben bei ihrem Versuche reinen Magnesiaglimmer (also ohne CaO) mit einem Fünftel von Kieselfluorkalium zusammengeschmolzen. — Wäre der Glimmer-Schmelzfluss ohne die Anwesenheit von Fluoriden abgekühlt worden, hätte sich in diesem Falle, um nach früheren Versuchen zu beurtheilen, nicht Glimmer ausgeschieden, o: die Synthese

des Minerals bei dem Versuch von Hautefeuille, wahrscheinlich auch bei demjenigen von Chrustschoff, ist auf eine besondere mineralbildende Wirkung der Fluoride zurückzuführen. Auch bei den von mir beschriebenen Schlacken, wenigstens bei denjenigen von Kafveltorp, enthält die Schmelzmasse immer (oder beinahe immer?) etwas Fluorid, nämlich Flusspath, — jedoch nur in sehr unbedeutenden Mengen (höchstens 1—3 % der ganzen Masse). Da der in der Natur auftretende Magnesiaglimmer fast immer etwas Fluor enthält, liegt es nahe zu vermuthen, dass auch der aus den Schlacken ausgeschiedene Glimmer Fluor in sich aufgenommen hat. Dass aber die Fluoride in dem vorliegenden Falle eine besondere principielle Rolle als *agens minéralisateur*« gespielt haben, ist nicht anzunehmen, weil die Menge der Fluoride nur ganz unbedeutend sit.

(Fortsetzung folgt).

Kritiske bemærkninger om „sop paa klipfisk“.

Af dr. J. Brunchorst.

I Videnskabsselsk. forhandlinger for 1887 er som nr. 12 trykt et arbeide af hr. Johan Olsen »om sop paa klipfisk, den saakaldte mid.« Dette giver mig anledning til de følgende bemærkninger.

Forf. begynder med at omtale

Den røde »mid«

som karakteriseres ved rosenrøde punkter og flekker paa kjødsiden af fiken, og som foraarsages af en bakterie, der gives det nye navn *sarcina rosacea*. Arten er karakteriseret ved sin ringe størrelse (0,3—0,5 mikr.), den rosenrøde farve, dens kolonier antager (men som i kulturer forsvinder) og ved den sarcinalignende formeringsmaade, som dog heller ikke er konstant, (»formerer sig — — — som *sarcina*, streptokok eller en blanding af begge former«). Denne karakteristik er saa lidet skarp, at jeg ikke kan paatage mig at afgjøre, om soppen er virkelig ny eller ei, særlig da *sarcina*-arternes størrelse varierer ganske overordentlig; jeg vil kun i forbigaaende nævne, at der i literaturen er beskrevet under forskjellige navne et meget stort antal

rosenrøde bakterier ¹⁾, hvoraf nogle, som aarsag netop til »rød mid« paa klipfisk, og at det synes ret merkeligt, naar hr. Olsen nu beskriver en ny art »rød mid«, at han da ikke med et ord søger at begrunde dennes berettigelse som ny art ligeoverfor de tidligere beskrevne, ja ikke engang med et ord omtaler, at bakterier som aarsag til »rød mid« er meget gammelt kjendt!

Hoveddelen af hr. Olsens arbejde behandler imidlertid

Den »brune eller sorte mid«, som foraarsages af en sop, efter hvad vi her hos os, bl. a. gennem en opsats af hr. overlæge Armauer Hansen (Fiskeritidenden for 1883 pag. 16) ved. Hr. Olsen taler om »den sop, der — efter mine [d. v. s. Olsens] senere undersøgelser — var aarsagen til klipfiskens brune mid«. Hr. Hansen har paavist, at det, som kaldes »mid« paa klipfisk, bare bestaar af sopvegetation paa overfladen af fisken; nogen bedre paavisning af, at »mid« foraarsages af en sop behøves ikke.

Denne sop gives nu af hr. Olsen navnet *wallemia ichtyophaga nov. gen. et sp.*, idet han har »forvissat« sig om, at soppen ikke tidligere var beskrevet. Den samme sop er i 1884 af Farlow beskrevet og afbildet i *Revue mycologique* vol VI under navn af *oidium pulvinatum*. Senere forandrede Farlow ²⁾ dette navn til *oidium morrhuae*, da det viste sig, at der allerede eksisterede en *o. pulvinatum*. I 1885 blev soppen af de bekjendte italienske sopkjendere Saccardo og Berlese stillet i slekten *torula* og det gamle artsnavn, ifølge reglerne, atter optaget ³⁾. I en publikation fra 1886 (udkommet 8de febr.) antager ogsaa Farlow dette navn og

¹⁾ Dette ord taget i den videre betydning.

²⁾ Atti del R. Istituto Veneto, ser. VI vol. 3 cfr. Farlows nedenfor anførte arbejde.

³⁾ *Revue mycologique*, jan. 1885, cfr. *Bulletin U. S. Fish commission* 1886 p. 4. (Februar).

giver en tilstrækkelig karakteristisk, om end noget mangelfuld, afbildning af soppen. På samme sted gjentager Farlow ogsaa sin diagnose, der til overflod gjør det utvivlsomt, at det er den sædvanlige brune mid, han har havt med at gjøre¹⁾.

Til denne Farlows opsats er yderligere henvist i »Nature« (eng.) for 1886. Olsens nye artsnavn maa altsaa af prioritetshensyn opgives; soppens artsnavn er og blir *pulvinata*. Men saa er spørgsmaalet om det er berettiget at opstille en ny slekt for den.

Saa kompetente sopkjendere som Farlow, Saccardo og Berlese finder, at den kan indgaa i slekten *Torula*, idet dog Farlow er noget i tvivl om, hvorvidt den ikke ligegodt kan indordnes under *oidium*, med hvilken den i virkeligheden har adskillig tilfælles. Jeg undersøgte soppen, længe før hr. Olsen publicerede noget desangaaende og var fuldstændig paa det rene med, at der ingen nødvendighed var for en ny slekt, men at den passede godt ind i *torula*, hvor jeg, uafhængig af de nævnte forfattere, hvis arbejde her i Bergen var mig utilgjængeligt, vilde have stillet den.

Det, som er mest eiendommeligt for klipfiskens mug-sop, er spiringen af dens konidier. Disse danner i regelen ikke hypher saaledes som andre sopsporer, men svulmer sterkt op i alle retninger og deler sig saa ved en tervvæg. I hver af de saaledes dannede to celler dannes nye celle-vægge lodret paa den første og saa videre indtil der fremkommer større eller mindre celleklumper, fra hvilke der til den ene siden skyder konidiebærende grene frem, mens der ned imod substratet dannes rodliggende hypher. Dette er

1) »Spores spherical, 3,5—5 μ in diameter, fuscous, attached in chains (average 12—15) arising from secundly fasciculate hyphae which are pulvinately compacted in scattered spots.«

noksaa eiendommeligt for denne sop, om det end langt fra er saa eiendommeligt og merkeligt, at det fører »tanken hen paa et muligt selskab med *schizofyterne*«, eller saa karakteristisk, at det konstituerer en ny slegt. Og dette karakteristiske ved spiringsmaaden viser sig endog ved kulturforsøg rent inkonstant. Ved kultur i kunstig næringsvædske af forskjellig sammensætning kan man bringe soppen til meget snart efter den allerførste spiring ganske at forlade sin sædvanlige voksemaade og til at udbrede sig i substratet som en ganske almindelig hyphesop. Der er derfor al grund til at opfatte den eiendommelige vokse- og spiringsmaade, soppen antager paa klipfiskens, som en blot og bar tilpasning til sterk saltholdigt substrat. Soppenes evne til at forandre sin voksemaade efter næringssubstansernes beskaffenhed er jo kjendt nok, og intet er naturligere end at en sop, naar den vokser paa substrat med en sterk isotonisk koefficient faar korte, lidet langstrakte hypher. Tilsvarende ting kjender vi fra andre soppe; kun er klipfiskesoppens korthyphede udvikling i sterkt saltholdig næringsvædske ikke et rent fysiologisk fænomen, men beror paa langvarig tilpasning. Derfor har det heller intet paafaldende ved sig, at naar man bringer sporerne i en osmotisk mindre virksom vædske, forandres ikke forholdet med en gang; de første celledelinger tager den sædvanlige retning, først de lidt senere går over til at frembringe rent normale soptråde af lignende form som soppen i naturtilstanden uden tvivl har.

Dette har hr. Olsen ikke taget i betragtning, eller ogsaa har hans kulturer ikke været egnede til at vise denne udvikling, som i mine har vist sig meget tydeligt.

Der er efter dette ingensomhelst grund til at stille den i den botaniske litteratur oftere omhandlede og beskrevne klipfiskesop i en ny slegt, og vi kan med god samvittighed stryge en streg over hr. Olsens nye slechtsnavn,

ligesom vi af utvivlsomme prioritets hensyn maa ignorere hans nye artsnavn.

- - - - -

I aprilheftet af »Fiskeritidenden« (1887) har jeg offentliggjort et arbejde »om klipfiskens mugsop, den saakaldte mid«. Dette var altsaa trykt ca. 5 maaneder tidligere end fremlæggelsen af hr. Olsens opsats »om sop paa klipfisk, den saakaldte mid« fandt sted (23de septbr.). Dette arbejde var hr. Olsen forpligtet til at kjende, naar han arbejdede over samme emne; men han lader i hele sin afhandling, som om det slet ikke eksisterede. Og dog indeholdes i mit arbejde en fuldstændig beskrivelse af klipfiskens mugsop og af dens udvikling, oplyst ved 2 træsnit med 8 figurer, og hr. Olsens arbejde bringer over klipfiskens udvikling og bygning intet, der afviger fra, hvad jeg har udtalt om emnet, ja, jeg tror, man skal have vanskelig for i hans arbejde at finde noget af værdi, som ikke staar i mit. Da at ignorere dette aldeles kan man blot betegne som en grov literær usømmelighed.

Selvfølgelig gjør jeg ingen prioritet gjældende som »opdager« af klipfiskens mugsop eller dens udvikling. Soppen var kjendt længe før baade hr. Olsen og jeg arbejdede over den, og vi er begge uafhængigt af hinanden kommen paa det rene med udviklingen. Paa denne del af arbeidet lægger jeg forøvrigt liden vægt.

Det som har betydning med hensyn til klipfiskens mugsop er ikke saa meget bygningen eller udviklingen som de praktiske forholdsregler til undgaaelse af skade ved soppen. Herom siger hr. Olsen i avisreferatet af sit foredrag paa naturforsker mødet (den eneste publikation før mit arbejde) alene følgende:

»Spørger man nu om disse botaniske undersøgelser giver noget fingerpeg i hvilken retning undersøgelsen over fore-

byggelsen af soppen maa gaa, saa tror jeg mig berettiget til at svare bekræftende. Det synes virkelig som om arbeiderne paa Bergens fiskeboder har ret i sin paastand om, at ventilation fremmer sopudviklingen, fugtighed derimod ikke«. Andet staar der ikke, og dette er feilagtigt.

I min opsats behandles derimod denne side af sagen udførligt, og hovedresultatet af mine undersøgelser er udtalt i følgende sætninger: »for den lagrede fisks vedkommende finder infektion sted ved lagringen eller umiddelbart derefter, ikke før fisken oplægges paa boderne«. Eller senere: »det maa staa klart, at pakboderne maa være overordentlig rigelige infektionssteder, men ligesaa klart er det, at de ikke er de eneste tænkelige steder, hvor fisken kan blive smittet.« Eller videre: »Det vilde derfor være mirakuløst, om ikke netop pakboderne og det støv, som der findes, skulde være overfyldt med frøene af en sop, som aar ud og aar ind forekommer der i saa overordentlige mængder, som man mod sin vilje dyrker saaledes i det store som paa klipfisken«.

I sit nye arbeide, senere end mit, siger hr. Olsen: »Pakboderne maa jo være rene arnesteder for smitte med denne sop, da soppen har været der saa længe.«

Efterat have udviklet grundene for, at pakboderne er de væsentligste smittesteder, siger jeg: »Jeg mener derfor, at man bør forsøge med desinfektion af pakboderne, at man ved saadanne midler, som dræber sopsporer og ødelægger deres levedygtighed, bør søge at skaffe sig af med den rigeligste kilde til klipfiskens smitte.« Og hr. Olsen: »Ligesom hospitalerne rensedes ved desinfektion, maa ogsaa pakboderne renses for smitte.«

Men hr. Olsen nævner ikke med et ord, at det er mig, der har angivet denne vei til forhindring af skade ved klipfiskens mugsop.

Jeg vil kun tilføie at hr. Olsen bevisligen kjendte mit

arbeide mindst tre maaneder før hans blev fremlagt til optagelse i videnskabsselskabet.

Hr. Olsens optræden ligeoverfor dette punkt er intet andet end et forsøg paa, at tilsnige sig resultatet af mit arbeide, et forsøg, som er mere end en blot literær usømmelighed.

Bergen, 1ste januar 1888.

„Sop paa klipfisk, den saakaldte mid“.

Et tilsvær til hr. Brunchhorst.

Fra laboratoriebestyrer dr. Olav Johan-Olsen.

Som bekjendt holdt jeg 10de juli 1886 i den botaniske sektion ved det 13de nordiske naturforsker-møde et foredrag om sop paa klipfisk, den saakaldte mid«. I dette foredrag fremlagde jeg resultaterne af nogle botaniske undersøgelser over klipfisksoppen, fremviste en række tegninger samt mikroskopiske præparater for at illustrere soppens udvikling.

Foredraget blev mere eller mindre kortfattet refereret i forskjellige aviser her og i Danmark. Det skulde in extenso optages i mødets forhandlinger. Da imidlertid her ikke plancherne kunde medfølge, besluttede jeg at faa det optaget i »Videnskabselskabets« forhandlinger.

Forskjellige sammenstødende omstændigheder, som det ikke stod i min magt at hindre, forsinkede fremlæggelsen; det blev liggende over sommeren og kunde først fremlægges i første møde høstsemestret 1887 omtrent samtidig med at mødets forhandlinger fremkom.

Imidlertid havde ogsaa hr. konservator Brunchhorst »taget fat paa« arbeidet med klipfisksoppen. I løbet af vaaren 1887 holdt han et foredrag over emnet, hvilket blev

trykt i aprilheftet af det i Bergen udkommende »Norsk Fiskeritidende«, altsaa ca. $\frac{3}{4}$ aar efter at mit foredrag paa naturforskersmødet var holdt. I sit opsæt nævner Brunchhorst i forbigaaende, at jeg har holdt et foredrag over emnet og gir, før han kommer ind paa sine praktiske forsøg, en »beskrivelse af denne sops nærmere beskaffenhed og naturhistorie. Denne hans beskrivelse af soppens spiring, udvikling og formering stemmer paafaldende nøie overens med, hvad jeg havde foredraget $\frac{3}{4}$ aar i forveien, og som selv i de korte avisspalter stod tydelig nok anført. Mærkelig nok gir hr. Brunchhorst ikke den ringeste antydning til at saa er tilfældet; tværtom forudsætter han at »soppens nærmere beskaffenhed og naturhistorie er ubekjendt.«

Men ikke nok dermed. Paa landbrugsmødet i Thronhjelm juli 1887 møder han op og indleder en diskussion om mid paa klipfisken — jeg var ogsaa fra indenrigsministeren anmodet om at reise derop for at holde foredrag om samme emne men var forhindret. I dette sit foredrag — jeg har referater deraf — taler hr. Brunchhorst ganske freidig om sin teori, at midten skyldes en sop, en smitte, om sine undersøgelser, der har bevist dette, uden med et eneste ord at antyde, at jeg akkurat aaret i forveien havde holdt foredrag over samme emne og fremsat samme Anskuelse. Det kan bevises, at Brunchhorst deroppe blev gjort opmærksom derpaa.

Hr. Brunchhorst er — som allerede bekjendt fra hans optræden mod professor Wille — svært glad i stærke udtryk især naar det gjælder ligeoverfor kolleger; han taler tillige saameget om »usømmelighed.« Men mon her ikke hans egne ord kan anvendes, at »denne adfærd er betydelig mere end literær usømmelighed« og »at man blandt vederhæftige folk har meget stærke udtryk for en saadan adfærd«.

Jeg var stærkt betænkt paa at optræde derimod, men

opgav det efter et par venners raad, da jeg indrømmede, at det var altfor ubetydelige ting til at begynde at kjævle om i et videnskabeligt arbeide. Jeg strøg derfor en tilføiet note derom i foredraget og forbigik det i taushed. At omtale hr. Brunchhorst's arbeide uden at paatale hans mærkelige adfærd gik ikke an.

Men nu angriber hr. Brunchhorst til gjengjæld mig i de voldsomste udtryk i to opsæt: et i »Fiskeritidendes« januar hefte, og i et nu fremlagt i »Videnskabsselsk.« begge med samme indhold omtrent, dog er det sidste befriet for en del af de værste udtryk. Jeg skal tillade mig at besvare begge underét og i korthed.

Angrebene gaar væsentlig ud paa:

1. At den egentlige klipfisksop ikke er nogen ny slegt, men tidligere beskrevet under navne *torula* og *oidium*.
 2. At min afhandling intet nyt af værdi indeholder, da hr. Brunchhorst $\frac{3}{4}$ aar senere end mit foredrag har holdt et bedre foredrag, som det er lykkedes ham at faa trykt før mit kom ud in extenso. Hr. Brunchhorst har altsaa ret til at gjøre prioritetskrav gjældende siger han. Thi i mit foredrag — in extenso — findes intet væsentligt, der afviger fra hans.
 3. At mit arbeide lider af væsentlige botaniske mangler.
 4. At der i mit arbeide er optaget en hel del ideer fra hr. Brunchhorst, deriblandt min forbigaaende bemærkning (pag. 15 om at det siger sig selv, at de urene, sopoverfyldte pakkoder maa holdes rene, hvilken renlighedsfordring hr. Brunchhorst vil beholde som sin »opdagelse«, den han »ikke vil lade nogen uhindret gjøre forsøg paa at tilsnige sig«.
-

Hr. Brunchhorst bemærkning om at det er saa mærkeligt, at *sarcina rosacea* ikke før er beskrevet, da saa mange røde bakterier paa fisk er beskrevet, vil jeg bare forbigaa med den bemærkning, at jeg ikke kjender nogen saadan *sarcina* — den er mærkelig i mange henseender — tidligere beskrevet, og hr. Brunchhorst heller ikke; indtil videre faar den altsaa beholde sit navn.

Klipfisksoppen, *Wallemia* er beskrevet før, siger han, den heder *torula pulvinata* eller *oidium pulvinatum*. Brunchhorst støtter sig til de »store« sopautoriteter Farlow og Saccardo.

Ja, jeg skal tjene hr. Brunchhorst med at indrømme, at den endog endnu før den tid er beskrevet som en *penicillium*, nemlig i 1883, og det af en autoritet, som paa sine gebeter visselig er ligesaa stor som Farlow, nemlig af bakteriologen, overlæge G. Armauer-Hansen i Bergen.

Hvorfor gir saa ikke hr. Brunchhorst soppen dette navn, der er ældre end de andre?

Mon ikke fordi soppen aldeles ingen *penicillium* er.

Men nu er *Wallemia* ligesaa lidt en *oidium* eller *torula*, som den er en *penicillium*. Derfor har jeg givet den et andet navn.

Det essentielle ved sagen er efter min mening: er der beskrevet nogen sop med den spire- og voxemaade som *Wallemia*?

Herpaa maa svaret lyde nei. Det mærkelige ved denne sop er sporenes *sarcina*agtige spiring og væxt og efter voxemaaden systematiseres de fleste lavere ufuldstændig kjendte soppe.

Brunchhorst' paastaaen, at denne eiendommelighed ved soppen skyldes næringssubstratets saltholdighed, tør jeg tilbagevise ved at oplyse om, at spiringen er den samme paa alle hidtil prøvede (meget talrige) medier, og soppen

er dyrket med samme resultat af nutidens største sopmand professor *Brefeld*. Lidt mere mykologisk kundskab faar hr. Brunchhorst lægge for dagen, før han opponerer mod denne mand. Spiringen er slig, som jeg beskrev den 1886, og som hr. Brunchhorst ganske rigtig i 1887 har gjentaget og aftegnet.

Og denne karakteriserer den som en ny slægt.

Naar jeg derfor ligesaalidt kan beholde navnet *torula* som hr. Brunchhorst *penicillum*, saa er det som før nævnt først fordi:

1. Klipfisksoppen ingen *torula* er, dernæst fordi
2. Slægten *torula* ikke mere eksisterer som navn paa en sopslægt, men vel som navn paa en form.

Navnet indførtes af Person og (1797) betegnede oprindelig hyfomyceter med rosenkrandsformede kjæder, med adskillige led. Efterhaanden er det blit et pulterkammer for en masse ubekjendte sop, tilslut betegnelsen for den rosenkrandsformede anordning af de enkelte celler hos *hyfomyceter*, mugsop, hos gjærsop og hos bakterier (Cohn).

I den senere tid har Pasteur forsøgt at fastslaa navnet som betegnelse paa de sacharomyceter, der hverken har hyfedannelse eller ascoporer, og som er udviklingsformer af forskellige andre soppe.

Kun i denne betydning har navnet en smule berettigelse, men ogsaa kun som navn paa en form.

Kun enkelte ældre systematikere holder endnu paa den oprindelige betydning.

Klipfisksoppen har ogsaa i udviklingen en *torula*form.

Det som er sagt om *torula* gjælder endmere om *oidium*.

Efter Brefelds sidste arbeide (hefte VII og VIII) er *oidium* saalangtfra nogen slægt, at det tværtom er udviklingsformer af soppe end mere forskellige end for gjær-Ronidiernes vedkommende: af skivesoppe, rørsoppe, tremel-

lini, kortsagt basidiomyceter og ascomyceter og endnu lavere sop. At give en undersøgt sop dette slægtsnavn, naar man kjender disse arbeider, maa betegnes som en kapital feil. Desuden er *Wallemia* ingen *oidium* selv efter den ældre betydning af ordet. Man kan ligesaa godt indrangere sopslægten *actinomyces* under *torula* efter *oidium* som klipfisk-soppen; indtil dens fuldstændige udvikling er kjendt — hvis den vil blive anderledes — maa den bære et eget neutralt navn; jeg skal indrømme at muligens mit oprindelige (fuldstændig private) navn paa den: *ichthiomyces*, havde været heldigere end det, jeg senere kom til at give den, da det er mere betegnende.

Angaaende prioritetsspørgsmaalet er der uoverensstemmelse mellem angrebets to udgaver. I det første heder det:

»Jeg har ret til at gjøre prioritetskrav¹⁾ gjældende som den, der først har paa tilstrækkelig maade publiceret undersøgelser over udviklingen af klipfiskens mugsop, men jeg lader alt krav paa saadan prioritet falde, da hr. Olsen uafhængig af mig er kommen til de samme resultater og da han tidligere end min første publikation har — om end kun gjennem avisreferat¹⁾, der ikke kan gjælde som botanisk kildekrift — gjort sine undersøgelser bekjendt».

I sidste udgave:

»Selvfølgelig¹⁾ gjør jeg ikke »prioritet« gjældende som opdager af klipfiskens mugsop eller dens udvikling. Soppen var kjendt længe før baade hr. Olsen og jeg arbeidede over den og vi er begge uafhængig af hinanden kommen paa det rene med udviklingen. Paa denne og arbeidet lægger jeg forøvrigt liden vægt«.

¹⁾ Udhævet af mig.

Uoverensstemmelsen er saa stor, at alt svar bliver overflødigt. Kun er her det meget lidet læste blad »Norsk Fiskeritidende« ophøiet til botanisk kildeskrift, medens mit foredrag paa naturforsker mødet betragtes som ikke eksisterende.

Hvad sidste punkt, Brunchhorst's »opdagelse« angaar, saa ved jeg ikke hvad man skal sige til at sligt kan fremkomme i vor bakteriellærde tid.

Undersøgelserne havde vist, at midden skyldes en smitte, en sop, og at denne sop især fandtes i pakboderne og det i umindelige tider. Erfaringer baade herfra som fra Spanien havde godtgjort, at enkelte gamle pakhuse var særlig midfyldte og berygtede, mens midden sjelden graserste i nye huse.

Alligevel gaar Brunchhorst hen og gjør en »opdagelse«, som han vil hævde for sig selv, at pakboderne maa være rene og maa desinficeres. Og i meget stærke udtryk beklager han sig over, at jeg vil gjøre forsøg paa at tilsnige mig denne hans »opdagelse«, naar jeg i forbiggaaende nævner det som en selvsagt ting.

Om to læger skulde forfatte forholdsregler mod en typhusepidemi, vilde de vistnok komme til at gjøre dette hinanden uafvidende omtrent med de samme udtryk. De vilde begge anbefale at søge smitekilden samt som en selvsagt ting at desinficere husene hvor de syge havde opholdt sig.

Ligesaa med klipfisken. Først maa findes, hvor den oprindelige smittekilde er, dernæst midler til at hindre soppens udbredelse paa fisken, naar den engang er kommet der. Begge disse ting omtalte jeg i mit foredrag. At pakboderne maatte være rene, nævnte jeg kun i forbiggaaende som en selvsagt ting (pag. 15).

En anden sag er det, at hvis hr. Brunchhorst ved sine praktiske forsøg kan paavise, hvor den oprindelige smitte-

kilde er. Kan han paavise at denne altid er pakboderne, at fisken altid smittes der, da har han gjort en virkelig opdagelse, som det være langt fra mig at ville frakjende ham. Det er vist dette, som foresvæver ham, naar han angriber mig; men saa blander han to vidt forskjellige ting sammen.

Jeg skal kun tilslutning nok engang præcisere, at hele denne strid om klipfisksoppen — o: — efter min mening en strid om pavens skjæg — for en væsentlig grad kommer deraf, at hr. Brunchhorst lader, som om mit arbejde først offentliggjordes 23de sept. 1887, mens faktum dog er, at det blev holdt som foredrag allerede 10de juli 1886. Dette foredrag paahørtes af de mest bekjendte mykologer og botanikere fra Norge, Sverig og Danmark. Her fremlagdes tillige alle de offentliggjorte tegninger. Hr. Brunchhort's arbejde — efter forlydende paabegyndt ved denne tid — offentliggjordes derimod $\frac{3}{4}$ aar senere i aprilheftet af det nu til »botanisk kildeskrift« ophøiede blad »Norsk Fiskeritidende«.

Ringnes & Cos gjærfysiologiske laboratorium marts 1888.

Nordlysiagttagelserne i Trondhjem i tidsrummet 1878—1888.

En oversigt, ledsaget af 5 tabeller og 3 tavler.

Af M. K. Håkonson-Hansen.

Besjælet af varm interesse for naturens mangehaande vidunderlige foreteelser, havde jeg tidlig et aabent øie for, hvad den bød af rigdomme for en menneskeaand, som besad blot nogen trang til at hæve sig over døgnets stræv og kjævl. Ikke udrustet med de hjælpemidler, en gennem aarrækker fortsat videnskabelig uddannelse yder sin mand, var jeg henvist til streiftog paa de omraader inden naturens rige, hvor kanske vidunderne ikke er færre, men hvor en hærskare af lette féer ogsaa strør gaverne med saa mild ødselhed, at iagttageren snart føler sig overvældet, om han ikke under sin indsamling vil holde sig til en specialitet inden den endeløse kjæde af fænomener.

Det var disse omstændigheder, af hvilke jeg i 1878 drevs til at foretage meteorologiske iagttagelser, specielt iagttagelser over nordlys og dermed sammenhængende atmosfæriske foreteelser. Og jeg har været saa heldig gennem de siden den tid forløbne 10 aar uafbrudt at faa fortsætte disse iagttagelser, saa at det nu foreliggende materiale har tvende for bearbejderen særdeles betydende egenskaber: at være temmelig rigt og at være en sammenhængende iagttagelsesrække.

Med redaktionens tilladelse skal jeg her i tidsskriftet give en kortfattet oversigt over resultaterne af de oven nævnte iagttagelser. Idet jeg gjør dette, udelader jeg dog nordlysene fra det par første aar, 1878—79 og 1879—80, dels paa grund af, at iagttagelserne ikke blev anstillede med tilbørlig regelmæssighed — dette var nemlig tilfældet den første vinter —, dels fordi, at den originale journal ikke længer er i mit væрге, og jeg var den gang ikke betænkt paa at gjøre mine optegnelser *in duplo*. Hvad der nedenfor blir omhandlet er altsaa mine nordlysiagttagelser i tidsrummet fra og med aaret 1880—81 og til og med aaret 1887—88, ialt saaledes 8 aar. De i dette tidsrum her i Trondhjem iagttagne nordlys er opførte i tabel I saa vel i maanedes- som aarssummer for de enkelte aar (se s. 114).

Af de i denne tabel meddelte nordlysrækker fremlyser en del resultater, som jeg i al korthed nu skal pege paa.

Der er vel ingen grund til at antage, at nordlysene er fænomener, udelukkende optrædende i de to trediedele af aaret, som optages af høst og vinter. Nei, disse jordmagnetisk-elektriske fænomener optræder nok aaret rundt; men da det alene er den med dem forbundne lysudvikling, som sætter os i stand til direkte at iagttage dem, og da nordlyset er for svagt til at kunne overstraale sommernattens og end mere sommerdagens, ja vinterdagens lys med, saa blir det selvfølgelig kun de mørke høst- og vinternætter, som muliggjør nordlysenes synlige tilstedeværelse.

Her i Trondhjem blir saaledes nordlysene først at se med septembernætternes ankomst, og naar de sidste aprilnætter er farne hen, saa er nordlysene heller ikke længer til at spore. Dette er regelen. Kun undtagelsesvis har jeg iagttaget nordlys allerede i slutningen af august — sidste vinter mærkelig nok hele tre; men næsten aldrig viser de sig i mai, — ja, selv nætterne i slutten af april er oftest meget fattige paa nordlys. Nordlysaaret i Trondhjem blir

Tab. I.

Aar.	August.	Sep- tember.	Oktober.	Novem- ber.	Decem- ber.	Januar.	Februar.	Marts.	April.	Mai.	Sum.
1880—81	*)	?	?	?	?	?	?	?	?	?	69
1881—82	—	10	17	10	16	7	2	7	10	1	80
1882—83	—	7	13	19	11	7	12	11	10	—	90
1883—84	1	11	11	11	10	7	10	13	4	—	78
1884—85	—	3	1	14	7	9	9	8	11	—	62
1885—86	—	14	11	8	8	10	13	13	9	—	86
1886—87	—	8	18	13	14	14	13	16	7	—	103
1887—88	3	8	11	11	8	9	13	14	9	—	86
Sum . .	4	61	82	86	74	63	72	82	60	1	654
Medium .	0.6	8.7	11.7	12.3	10.6	9.0	10.3	11.7	8.6	0.1	81.8

*) Hvad jeg ovenfor ytrede om mangelen af gjenpart af optegnelserne fra de første aar, gjælder ogsaa delvis om aaret 1880—81. Maaedstsummerne har jeg ikke taget kopi af. Hæudelaveren af de originale optegnelser færdes for tiden i udlandet, medens han har sit dépôt i Kristiania, og det har derfor ikke været mig muligt at gjenhverve afskrift af de manglende værdier.

altsaa at regne fra 1ste september til 30te april, ialt 8 maaneder, og inden dette tidsrum optræder nordlysene temmelig jævnt, saaledes, at der i gennemsnit falder ét nordlys paa hver tredie aften.

Kaster man et blik paa tabellens sidste vertikale række, aarssummerne, vil man se, at de aar, som med hensyn til det iagttagne antal nordlys afviger mest fra det gennemsnitlige, 81.8, er aarene 1880—81, 1884—85 og 1886—87. Medens det stiller sig tvivlsomt, om det lille antal nordlys, aaret 1884—85 har, er et virkeligt minimum, synes det hævet over enhver tvivl, at aaret 1886—87 er et maksimums-aar. Det store antal nordlys, dette aar har, nemlig 103, er saa vidt forskjelligt fra, hvad der maa betragtes som det normale, uden at der kan paapeges nogen for dette aar eienommeligt omstændighed, hvori afvigelsen skulde kunne finde sin særegne begrundelse, at det alene kan forklares ved antagelsen af en øget energi hos selve de naturkræfter, hvoraf nordlysene er resultanten. Denne antagelses berettigelse bestyrkes ved, at nordlysene samme aar ogsaa udmærkede sig ved en overordentlig intensitet og, som følge af denne, ogsaa ved stor formrigdom hos de enkelte nordlys. Navnlig gjælder dette om de i de første tre fjerdedele af nordlys-aaret optrædende.

I tabellens sidste horizontale række er opstillet middeltallene for de enkelte maaneder. Ved at tage disse tal i betragtning vil man se, at der er et meget udpræget maksimum om høsten og et lignende om vaaren. Det første indtræffer i løbet af de to maaneder oktober—november; vaarmaksimum derimod har et noget mere begrændset spillerum, idet det indtræffer i den ene maaned, marts.

Disse maksima er ikke alene iøinefaldende ved det større antal nordlys, som da indtræffer; ogsaa ved nordlysenes styrke, formrigdom, farvespil og udbredelse udmærker de sig. Ved at gennemløbe rækken af nordlys, der har været

fremtrædende i pragtfuld udviklingsstorhed, finder vi saaledes

ved høstmaksimum:	ved vaarmaksimum:
1880—81 nordlyset 9de nov.;	
1881—82 — 4de, 17de, 20de november;	
1882—83 — 13de, 17de november samt nordlysene de mellem- og omkringliggende aftener;	
1883—84 — 1ste, 22de november;	nordlyset 1ste, 28de marts;
1884—85 —	— 15de marts;
1885—86 —	— 16de, 30te marts;
1886—87 — 6te oktbr., 3die november;	
1887—88 — 1ste oktober;	— 15de, 16de marts.

Ellers synes det at være forholdet, at de stærkeste nordlys regelmæssigt følger noget senere end de to maksima. Medens saaledes virkningen af høstmaksimum som nævnt flyder ud over begge de to maaneder oktober og november, kommer de fleste af de store nordlys først i november, og ihvorvel marts maaned, da vaarmaksimum jo indtræffer, i regelen, som man vil se, har havt stærkt udviklede nordlys, er dog ikke saa sjældent saadanne, og det endog enkelte ret glimrende, iagttagne endnu i april.

Ogsaa i den mørke del af aaret, nordlysenes egentlige tid, er der imidlertid et par naturlige faktorer, som paa en helt afgjørende maade griber ind i de nordlysene betingende omstændigheder. Om de ikke formaar at ophæve de kræfter, af hvilke nordlyset er en virkning, kan disse faktorer dog til sine tider aldeles umuliggjøre nordlysenes synlige til-

stedeværelse. Disse medvirkende faktorer, hvis betydning for nordlysenes hyppighed jeg nu skal gjøre nogle bemærkninger om, er maanelyset og skymængden.

Da maanens lys tildeles vor planet i udprægede, meget begrænsede og sig hyppigt gjentagende perioder, er det klart, at dets indflydelse paa nordlysets synlige optræden vil give sig til kjende paa en saadan maade, at ogsaa dette, hvad hyppigheden angaar, optræder periodisk. Men nordlysets periodicitet staar naturligvis i omvendt forhold til maanelysets, saaledes at vi ved stærkt maaneskin har slet ingen eller høist sjældent nordlys, medens den maanemørke tid er disses mest «glimrende» tid.

I hosføjede tabel II er nordlysene fra tidsrummet 1882—83 til 1887—88 grupperede inden de respektive maaneskifter, da de optraadte (se s. 118).

Af denne tabel sees det særdeles tydeligt, at nordlysene har en udpræget periodicitet som følge af maanelysets indflydelse. Et blik paa de rubrikker, der indeholder summerne for de forskjellige maaneskifter, vil give et begreb om denne indflydelses styrke. Vi ser saaledes, hvad hovedresultatet angaar, at de nordlys, der optræder i den maanemørke tid, d. v. s. i tiden fra sidste kvarter til første, altsaa omkring nymaane, udgjør af samtlige ikke mindre end 69.31 pct., hvorimod de i den maanelyse tid, d. e. omkring fuldmaane, optrædende alene udgjør 30.69 pct. af samtlige nordlys. Naar der ikke er maaneskin, optræder der altsaa godt og vel dobbelt saa mange nordlys, som der gjør i den tid, maanen oplyser nætterne.

Ogsaa i hensyn paa, hvad der før er sagt om de to maksima, høst og vaar, er tabel II oplysende. Værdierne i rubrikken for totalsummerne, og end mere værdierne i den for summerne omkring nymaane, godtgjør, at november og marts er de nordlysrigeste maaneder.

For end yderligere at anskueliggjøre saavel nordlysets

af maanen afhængige perioder som de perioder i nordlysets tilvækst og aftagen, der beror paa nordlysringens vandring sydover fra polaregnene og tilbage igjen, har jeg fremstillet nordlysene grafisk i vedheftede tabel III. Den tynde linje her betegner maanelysets perioder, saaledes at den regelmæssige siksaks berørelse med den øverste horizontale linje er tiden for fuldmaanes indtræden, siksakkens berørelse med den nederste horizontallinje derimod tiden for nymaane. Siksaklinjens gjennemskjæring af den mellemste horizontale linje blir saaledes paa nedgaaende tiden for sidste kvarter og paa opgaaende tiden for første kvarter. Den paa tabellen grovt optrukne linje betegner nordlysene, for hvis antal skalaen er angivet ved tabellens høire side. For hvert femte nordlys er der gennem tabellen trukket en horizontal linje.

Nærmest er vel tabel III en grafisk gjengivelse af værdier og forhold i tabel II; men ligesom der af denne ogsaa tydelig fremgik, at nordlysene kulminerer i november og marts, saaledes fremstiller det samme faktum sig her — jeg tør næsten sige: paa en endnu klarere maade.

Det er let at forstaa, at skydækket maa have en betydelig indflydelse paa hyppigheden i nordlysenes synlige optræden. Skydækkets større eller mindre udstrækning, dets større eller mindre tykkelse eller endog dets absolute fraværelse maatte selvfølgelig influere kjendeligt paa nordlysiagttagelsernes endelige resultater. Et udstrakt, kompakt skydække er en hindring, en skyfri himmel en gunstig betingelse for nordlyset — lysforholdene her sat ud af betragtning. Dette er som regel saa. Men selv et tungt skydække kan til sine tider, og navnlig omkring de to maksima, gennemlyses af nordlyset saa aldeles, at enhver af dets bevægelser, enhver vekslen i dets former af det aarvaagne øie vil kunne følges med saa stor nøiagtighed, som forholdene forøvrigt tillader.

For at kunne opnaa at bestemme skydækestørrelsens

indflydelse paa det aarlige resultat først og fremst, men derefter dets indflydelse ogsaa paa resultater, indvundne ved en uafbrudt serie iagttagelser, er, i forbindelse med de her paa stationen drevne nordlysobservationer, aftenhimmels sky-mængde bestemt og noteret. Det klokkeslet, da dette er skeet, har været den i forhold til nordlysets optræden midlere tid, nemlig kl. 8^h p. m.

Af de noterede værdier har jeg her for tilfældet taget maanedsmedierne, beregnede ved hjælp af hele observationsseriens materiale, og stillet dem sammen med nordlysets maanedsmedier. Denne sammenstilling er udført paa grafisk maade i vedheftede tabel IV. Den heltrukne linje er nordlysene, den punkterede skydækket. Og det vil her sees, at forholdet er lige til: jo mindre skydække, des flere nordlys, og omvendt.

I tabel V har jeg opført skydækkets og nordlysets medier for maanederne august til mai. De ved disse mediers indbyrdes sammenligning fremkomne differentser er derhos opførte og forsynede med fortegn, saaledes, at et mediums stigning er betegnet med +, dets fald med ÷.

Det er da ret betegnende for det forhold, der bestaar mellem skyernes mængde og nordlysenes hyppighed, at ethvert + i den ene række er ledsaget af et ÷ i den anden, eller omvendt. Mærkeligt er det, at for de to maaneder med nordlysmaksimum gjælder en undtagelse, idet da saa vel skydækkets som nordlysets medier er stigende. Dette betyder vel ikke andet, end at, tiltrods for det stigende skydække, vinder nordlysene til denne tid dog et forsprang, fordi de optræder med saa meget større energi end ellers. — Den samme omstændighed ser man forøvrigt allerede i tabel IV, hvor saavel nordlyslinjen som skydækkets linje paa to steder begge samtidigt er i stigende.

Den hele observationsserie omfatter foruden nordlys ogsaa konstateringen af nordlysfri himmel samt en række

Tab. V.

1881—1888.	Au	Se	Ok	No	De	Ja	Fe	Ma	Ap	Mi	Sum	Med.
Skydække	7.5	7.2	6.9	7.1	7.4	7.7	6.2	6.7	6.8	8.0	71.5	7.2
Nordlys	0.6	8.7	11.7	12.3	10.6	9.0	10.3	11.7	8.6	0.1	82.9	10.4
Skyd. Bevæg.		$\div 0.3$	$\div 0.3$	$\div 0.2$	$\div 0.3$	$\div 0.3$	$\div 1.5$	$\div 0.5$	$\div 0.1$		$\div 0.7$	
Ndl. Bevæg.		$\div 8.1$	$\div 3.0$	$\div 0.6$	$\div 1.7$	$\div 1.6$	$\div 1.3$	$\div 1.4$	$\div 3.1$		$\div 8.0$	

Tab. VI.

Aftener med	1880/81	1881/82	1882/83	1883/84	1884/85	1885/86	1886/87	1887/88	Sum.	Medium.
Nordlys	68 + 1	79 + 1	90	77 + 1	62	86	103	83 + 3	648	81.0
Nordl.-fri him.	22	34	31	18	34	20	8	11	178	22.3
Usikre result.	50	43	14	49 + 1	53 + 1	54 + 2	61	43 + 1	367	45.9
Ugunst. forhold	102	86	107	99	93	82	70	106	745	93.1
Sum	242	242	242	243	242	242	242	243	1938	242.3

iagttagelser, hvis resultater maa betegnes som usikre, fordi de hverken var sikkert positive eller sikkert negative med hensyn paa nordlysforeteelser. Jeg har i tabel VI opført hele serien fra 1880—81 af. De enkelte tal, der i nogle af tabellens ruder er skudte ud til siden af hovedantallet, er iagttagelser fra august og fra mai. Jeg har her nemlig alene villet regne med, hvad der ligger indenfor grændserne af det egentlige nordlysaar, der, som før anført, omfatter tidsrummet september—april inklusive (se s. 121).

Af samtlige aftener, da iagttagelser kunde anstilles, udgjør de med nordlys noget over halvdelen, eller 54.3 pct. Aftener med en forholdsvis klar himmel, som kunde med sikkerhed noteres nordlysfri, er meget faa; de udgjør af samtlige iagttagelsesaftener kun 14.8 pct. Til gjengjæld kræver de en saa meget større paapasselighed og udholdenhed hos iagttageren, mere af dette end de mest straalende nordlysaftener; thi paa den i ét øieblik øde himmel kan i et andet nordlyset blusse op og igjen lige saa hurtigt udvidskes. Den tredie gruppe aftener, de, paa hvilke iagttagelserne kun giver usikre resultater, udgjør af samtlige de, hvorpaa der overhovedet iagttoges, 30.9 pct. Resten, aftener, da der paa grund af ugunstige skyforhold ingen observation kunde udføres, er 38.4 pct. af det tidsrum, jeg her har medtaget i beregningen.

Hvor liden betydning end selve de usikre iagttagelser har, hefter der dog nogen interesse ved dem. Usikkerheden hidrører nemlig høst og vaar fra det svindende eller fra det voksende dagslys, som altid til disse tider efterlader en oplyst nordhimmel, medens himlen til de andre kanter kan være temmelig mørk. Den lyse nordhimmel kan under disse omstændigheder hyppigt tage sig ud, som var den nordlysbestraalet; paa den anden side kan mangt et svagt nordlys til disse tider gribes, saa vidt det er, af det vante øie. Er himlen besat med en og anden fjærsky, eller forefindes der

en eller et par af de interessante polarstriber, vil dog lettelig selv det skarpeste blik forgjæves søge et afgjørende tegn. Resultatet blir altsaa, at man hverken kan sige ja eller nei til spørgsmaalet, om der en saadan aften er nordlys eller ikke.

Selv midt paa vinteren kan dog ogsaa lignende omstændigheder indtræde. Usikkerheden hidrører da fra det stærke maaneskin i fuldmaanetiderne, hvilket giver himlen i nord en egen lysning, som maskerer eller endog let forveksles med nordlyset. Alle disse usikre iagttagelser har jeg maattet gruppere for sig selv, og er de, som sagt, i og for sig uden egentlig interesse, giver dog ogsaa de et særdeles betegnende udtryk for saavel dags- som maanelysets periodeskabende indflydelse paa nordlyset. Jeg har derfor fremstillet de maanedlige summer af usikre iagttagelser grafisk i vedheftede tabel VII, hvor maanefacerne er fremstillede paa samme maade som i tabel III og de usikre resultaters antal ved hjælp af en grovtrukket linje.

De fleste usikre resultater vindes altsaa, som tabellen viser, høst og vaar, samt omkring fuldmaane. Summeres de iagttagne nordlys og de usikre iagttagelser, udgjør disse sidste noget over tredieparten eller 36.3 pct. Medens de omkring nymaane præsenterer sig i beskedne 20.8 pct., er de omkring fuldmaane tilstede i hele 55.7 pct. Tager vi udelukkende for os de usikre iagttagelser, vil vi finde 32.1 pct. af dem omkring nymaane, men over dobbelt saa mange eller 67.9 pct. omkring fuldmaane.

Endelig har jeg at gjøre et par bemærkninger angaaende de forskjellige former, hvori nordlyset optræder.

Enhver, der har, om ikke iagttaget, saa dog bare seet nordlys, vil have erfaret, at den rigdom af former, det antager, og den raskhed, for ikke at sige lynsnarhed, hvormed det ifører sig snart den ene, snart den anden af disse former, er lige til forbausende. Det er klart, at disse omstæn-

digheder ved nordlysets optræden i høi grad gjør det vanskeligt baade at komme paa spor efter lovene for dets opstaaen og udvikling og at fikseren den enkelte form saa bestemt, at man med denne som paalideligt objekt kan føre granskningen ind paa gjenveie for des hurtigere at vinde terræn for en holdbar teori.

For blot at faa nogen oversigt over den rige formveksel hos nordlyset, begyndte jeg for tre aar tilbage at samle materiale til en statistik over former. De nu foreliggende iagttagelser i denne retning er saaledes rigtignok endnu for faa til paa dem at bygge nogen slags anskuelser. Jeg skal derfor her blot forelægge faktum uden drøftelse.

Under bestræbelsen for at gribe de hovedformer, nordlysene som oftest viser sig i, er jeg omsider bleven staaende ved et antal af 12 saadanne. Disse former har jeg igjen grupperet i to afdelinger, eftersom de optræder selvstændigt, eller de afhænger af andre meteorologiske omstændigheder. Idet jeg forøvrigt henviser til nedenstaaende tabel VIII, skal jeg føie til, at de selvstændige former er ordnede med hensyn til fuldkommenhed i udvikling, saaledes at kronen, som alene forekommer hos de mest udviklede nordlys, staar først, medens det lysende segment, der er det begyndende nordlys, staar sidst. For de afhængige nordlysformer er det naturligvis ikke muligt at bestemme nogen saadan orden (se side 125).

Udtrykt i procenter, viser tallene i denne tabel, at de former, hvori nordlyset hyppigst optræder, er først og fremst i formen som brudstykker, seede mellem skyerne og gennem skysprækker, dernæst som et lysende segment, hvilende paa horisonten i nord, og endelig som spredte bundter af straalere, der gjerne er forgjængere for kronen, men sjeldnere kommer saa langt som til at danne denne. Sjeldnere kommer iagttaget nordlysbølger, der som oftest afhænger af,

Tab. VIII.

Selvstændige nordlysformer.						Afhængige nordlysformer.					
Krone.	Straale- bundter.	Baand.	Bue med straaler.	Jævn bue.	Lysende segment.	Bølger.	Lystrand	Lysende skyer.	Mellem skyer.	Over skyer.	Bag skyer.
2.8 pct.	12.2 pct.	2.2 pct.	10.9 pct.	10.3 pct.	13.1 pct.	2.0 pct.	5.3 pct.	4.2 pct.	18.0 pct.	10.5 pct.	9.0 pct.
51.0 pct.						49.0 pct.					

at kronedannelse foregaar; dernæst kommer baand og saa krone.

De afhængige former optræder, som det sees, omtrent lige hyppigt som de selvstændige.

Angaaende nordlysformerne i sin almindelighed kan siges, at der pr. 100 nordlys er observeret 197.5 former eller ca. 2 former pr. 1 nordlys. Hver form er da noteret kun én gang hver nordlysafte.

Nordlysets sjældnere farver, den røde og den grønne, har jeg intet særdeles at sige om. De optræder ikke uden i forbindelse med meget udviklede straalere, er altsaa eiendommelige for straaletuben og straaletubterne. Disse farvers hyppighed i optræden maa derfor staa i et bestemt forhold til de for hine nordlysformer fundne procenttal, men er neppe at søge ovenfor 10 pct. —

Mange er de omstændigheder, der gjør nordlyset, dette luftige og flygtige væsen, saa uigjennemtrængeligt for forskningen, og endda flere vil de bidrag, der fordres fremlagte paa objektbordet, maatte blive, før fænomenets første grunde er fundne. Jeg vil lige saa lidt vove at henregne disse mine her fremlagte data til disse bidrag, som jeg vil negte dem adgang til at blive benyttede, hvor de maaske kunde hjælpe til at stille et og andet vedkommende nordlyset i en klarere belysning.

Meddelelser fra Det matematiske seminar i Kristiania. II.

Ved sekretæren stud. real. A. Palmstrøm.

Det matematiske seminar fortsatte sin virksomhed i 1ste semester 1888 efter samme plan som tidligere. Der blev afholdt 13 møder med 25 foredrag af ialt 8 foredragere. Af foredragene behandlede et antal af 10 forskellige geometriske emner, 6 invarianttheori, 3 differentialligninger, 3 algebra, 2 funktionaldeterminanter og 1 determinanter.

Deltagernes antal har vexlet mellem 8 og 16 med gjennemsnittantallet 11.

Det nedenstående er en fortegnelse over seminariets møder i 1ste semester 1888.

18de febr. Cremona'ske transformationer (efter Clebsch: »Vorlesungen über Geometrie«), I (stud. real. K. Birkeland).

Mascheroni'ske passerkonstruktioner (efter Dr. Edw. Hutt: »Die Mascheronischen Konstruktionen«), I (stud. filos. M. O. Alfsen).

25de febr. Cremona'ske transformationer II. Hertil knyttede dr. Holst etpar bemærkninger.

Mascheroni'ske passerkonstruktioner, II (sluttet).

3die marts. Cremona'ske transformationer III.

Invarianttheori (efter Clebsch: »Theorie der binären algebraischen Formen«), I (stud. filos. A. Alexander).

10de marts. Invarianttheori, II.

Cremona'ske transformationer, IV (sluttet).

17de marts. Symbolsk integration af differentiaalligninger (efter Boole: »A treatise on differential equations«), I (stud. real. A. Guldberg).

Invarianttheori. III.

24de Marts. Symbolsk integration af differentiaalligninger, II.

Invarianttheori, IV.

7de april. Symbolsk integration af differentiaalligninger, III (sluttet).

Invarianttheori, V.

14de april, Invarianttheori, VI (sluttet).

Funktionaldeterminanter (efter Bertrand: »Calcul différentiel«), (stud. real. K. Nilsen).

21de april. Funktionaldeterminanter, II (sluttet).

Algebraiske kurvers bestemmelse ved hjælp af punkter (efter en afhandling af prof. Zeuthen i Tidsskrift for Mathematik 1887), I (stud. real. J. Steen).

28de april. Algebraiske kurvers bestemmelse ved hjælp af punkter, II (sluttet).

Determinanttheoriens anvendelse på læren om komplekse størrelses multiplikation (stud. real. A. Palmstrøm).

5te mai. Ligningers numeriske løsning (efter Serret: »Cours d'algèbre supérieure«), I (stud. real. A. Palmstrøm).

12te mai. Ligningers numeriske løsning, II.

Sylvesters resttheori for kurver af 3die orden, I (stip. Holst). Valg.

26de mai. Sylvesters resttheori for kurver af 3die orden, II (sluttet).

Ligningers numeriske løsning, III.

A. Palmstrøm: *Determinanttheoriens anvendelse på læren om komplekse størrelses multiplikation.*

(Uddrag af foredraget 28de april).

Som bekjendt er det meget vanskeligt at bringe den komplekse størrelse, som fremkomne ved multiplikation af flere andre, på en overskuelig form, når antallet af faktorer i produktet blir nogenlunde stort og man ikke benytter den trigonometriske form. Ved anvendelse af determinanter lader dette sig gjøre, og de determinanter, der optræder, har en ganske mærkelig form.

Jeg vil bevise, at udtrykket:

$$(a_1 + ib_1)(a_2 + ib_2)(a_3 + ib_3) \dots (a_n + ib_n)$$

1) for ulige n *

$$= \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & & & \\ b_2 & a_2 & b_3 & -a_3 & \\ -a_2 & b_2 & a_3 & b_3 & \\ & b_4 & a_4 & \dots & \\ -a_4 & b_4 & \dots & & \\ & \dots & \dots & \dots & \\ & \dots & \dots & \dots & \\ & & b_{n-1} & a_{n-1} & b_n \\ & & -a_{n-1} & b_{n-1} & a_n \end{vmatrix} + i \begin{vmatrix} b_1 & -a_1 & & & \\ b_2 & a_2 & b_3 & -a_3 & \\ -a_2 & b_2 & a_3 & b_3 & \\ & b_4 & a_4 & \dots & \\ -a_4 & b_4 & \dots & & \\ & \dots & \dots & \dots & \\ & \dots & \dots & \dots & \\ & & b_{n-1} & a_{n-1} & b_n \\ & & -a_{n-1} & b_{n-1} & a_n \end{vmatrix}$$

2) for lige n derimod

$$= \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & & & \\ b_2 & a_2 & b_3 & -a_3 & \\ -a_2 & b_2 & a_3 & b_3 & \\ & b_4 & a_4 & \dots & \\ -a_4 & b_4 & \dots & & \\ & \dots & b_{n-1} & -a_{n-1} & \\ & \dots & a_{n-1} & b_{n-1} & \\ & & b_n & a_n & \end{vmatrix} + i \begin{vmatrix} b_1 & -a_1 & & & \\ b_2 & a_2 & b_3 & -a_3 & \\ -a_2 & b_2 & a_3 & b_3 & \\ & b_4 & a_4 & \dots & \\ -a_4 & b_4 & \dots & & \\ & \dots & b_{n-1} & -a_{n-1} & \\ & \dots & a_{n-1} & b_{n-1} & \\ & & b_n & a_n & \end{vmatrix}$$

Determinanterne har følgende mærkelige egenskaber:

Hvis man i et produkt, der indeholder et vist antal faktorer, borttager den sidste af disse, så vil de determinanter, der i det nye produkt repræsenterer det reelle og det imaginære parti, være fremkomne af determinanterne i det oprindelige produkt derved, at man har bortskåret sidste linje og sidste kolonne. Tilføier man en faktor til et produkt, har man blot at kaste de oprindelige determinanter efter en regel, som er iøinefaldende ved betragtning af ovenstående determinanter. Det kan bemærkes, at begge

*) Man overse ikke de for pladsens skyld forkortede —tegn.

determinanter kantes på samme måde, og at for et hvilket-somhelst antal faktorer disse determinanter kun vil være forskellige i første linje.

Beviset kan føres ved induktion; men sætningens rigtighed indsees lettest på følgende måde. Med faktoren i for sidste determinant multipliceres 1ste linje i denne, hvorpå de to determinanter adderes. Man ser da, at $a_1 + ib_1$ er en faktor. Denne divideres bort, hvorpå determinantens første kolonne multipliceres med i og adderes til 2den. Første linje i den herved erholdte determinant består kun af et led nemlig 1, og den reduceres sig derfor til dette leds underdeterminant. I denne er nu $a_2 + ib_2$ faktor. Efter bortdivision af denne multipliceres første linje i determinanten med i og adderes til den anden, hvorved determinanten atter kan reduceres til første leds underdeterminant o. s. v. Ved at fortsætte på denne måde ser man efterhånden, at alle de komplexe størrelser $a_1 + ib_1$, $a_2 + ib_2$ o. s. v. er faktorer i determinanten. Denne må altså være lig produktet af alle disse størrelser multipliceret med en vis faktor, som man let indser er lig 1. Hver af de to determinanter er nemlig en hel og homogen funktion i a 'erne og b 'erne, og danner vi f. ex. i 1ste determinant det udtryk, der fremkommer ved multiplikation af diagonalleddene, så er dette lig produktet af alle a 'er, der netop er første led i udviklingen for produktet af de komplexe størrelser.

Sætningen har en vigtig anvendelse i trigonometrien, idet den sætter os istand til at finde et udtryk for \sin og \cos til summer af vinkler udtrykt ved \sin og \cos til de enkelte vinkler. Produktet af flere størrelser af formen $\cos \alpha + i \sin \alpha$ kan nemlig sættes i to forskellige former, og ved i disse at sætte de reelle og de imaginære partier ligestore får man, idet man f. ex. antar, at faktorernes antal er ulige, følgende formler:

$$\cos (\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n) =$$

$$\begin{aligned} & \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 \\ & \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 \sin \alpha_3 - \cos \alpha_3 \\ & - \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 \cos \alpha_3 \sin \alpha_3 \\ & \qquad \qquad \qquad \cdot \qquad \qquad \cdot \qquad \qquad \cdot \qquad \qquad \cdot \\ & \qquad \qquad \qquad \cdot \qquad \qquad \cdot \qquad \qquad \cdot \qquad \qquad \cdot \\ & \qquad \qquad \qquad \sin \alpha_{n-1} \cos \alpha_{n-1} \sin \alpha_n \\ & \qquad \qquad \qquad - \cos \alpha_{n-1} \sin \alpha_{n-1} \cos \alpha_n \end{aligned}$$

$$\sin (\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n) =$$

$$\begin{array}{ccccccc} \sin \alpha_1 & -\cos \alpha_1 & & & & & \\ \sin \alpha_2 & \cos \alpha_2 & \sin \alpha_3 & -\cos \alpha_3 & & & \\ -\cos \alpha_2 & \sin \alpha_2 & \cos \alpha_3 & \sin \alpha_3 & & & \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & & \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & & \\ & & & \sin \alpha_{n-1} & \cos \alpha_{n-1} & \sin \alpha_n & \\ & & & -\cos \alpha_{n-1} & \sin \alpha_{n-1} & \cos \alpha_n & \end{array}$$

Af disse to formler fåes ved division:

$$tg(\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n) = \frac{\begin{vmatrix} tg \alpha_1 & -1 & & & \\ tg \alpha_2 & 1 & tg \alpha_3 & -1 & \\ -1 & tg \alpha_2 & 1 & tg \alpha_3 & \\ & & & \ddots & \\ & & & & \ddots \\ & & & & & tg \alpha_{n-1} & 1 & tg \alpha_n \\ & & & & & -1 & tg \alpha_{n-1} & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & tg \alpha_1 & & & \\ tg \alpha_2 & 1 & tg \alpha_3 & -1 & \\ -1 & tg \alpha_2 & 1 & tg \alpha_3 & \\ & & & \ddots & \\ & & & & \ddots \\ & & & & & tg \alpha_{n-1} & 1 & tg \alpha_n \\ & & & & & -1 & tg \alpha_{n-1} & 1 \end{vmatrix}}$$

Man kommer over til dette udtryk fra kvotienten mellem de to determinanter for $\sin (\alpha_1 + \dots \alpha_n)$ og $\cos (\alpha_1 + \dots \alpha_n)$ ved først at dividere første linje i begge med $\cos \alpha_1$. Derpaa divideres første og anden kolonne i begge med $\cos \alpha_2$, og for at bortskaffe $\cos \alpha_2$ af de led, hvori den herved kommer til at stå som divisor multipliceres begges 1ste linje med denne størrelse. Så divideres 2den og 3die linje med $\cos \alpha_3$, 1ste og 2den kolonne multipliceres med denne størrelse og 1ste linje divideres med den, hvorved den er bortskaffet, og α_3 forekommer kun som $\operatorname{tg} \alpha_3$. Således fortsætter man og erholder derved ovenstaaende resultat.

Bidrag til Kundskaben om Decapodernes Forvandlinger

af

G. O. S A R S.

II.

**Lithodes — Eupagurus — Spiropagurus — Galathodes —
Galathea — Munida — Porcellana — (Nephrops).**

Med 7 autographiske Dobbeltplancher.

Indledende Bemærkninger.

I dette Tidsskrifts 9de Bind 2det Hefte (1884) har jeg leveret et første Bidrag til Kundskaben om den postembryonale Udvikling hos vore Decapoder, idet jeg behandlede de til de egentlige Macrurer hørende 3 Slægter *Nephrops*, *Calocaris* og *Gebia*¹⁾. Det nu givne 2det Bidrag omfatter *Anomurernes* Gruppe og skildrer Udviklingen hos samtlige 7 herhen hørende indenlandske Slægter, hvortil endnu er vedføjet en kort Beskrivelse med Figur af sidste Larvestadium hos *Nephrops*, hvilket jeg tidligere ikke havde iagttaget.

Den Methode, jeg har fulgt ved disse Undersøgelser, og som jeg tror ubetinget maa følges, om et tilfredsstil-

¹⁾ Udviklingen af Sl. *Homarus* havde jeg allerede i en tidligere særskilt Afhandling behandlet.

levende Resultat skal kunne opnaaes, har jeg allerede i mit 1ste Bidrag nærmere omtalt. Vor forholdsvis yderst mangelfulde Kundskab om denne interessante Del af Decapodernes Naturhistorie har sin naturlige Grund i de store Vanskeligheder, som er forbundne med denne Slags Undersøgelser, og som næsten lægger uovervindelige Hindringer iveien for Studiet af Larveudviklingen i sin Helhed. Det er derfor ogsaa kun meget faa Former, hos hvem den hele postembryonale Udvikling er bleven forfulgt; af de allerfleste er Udviklingen enten ganske ubekjendt eller kun yderst fragmentarisk fremstillet. De her meddelte Resultater er Frugten af en gennem en lang Aarrække fortsat omhyggelig Undersøgelse af de frit levende Larveformer, i Forbindelse med leilighedsvis anstillede Udklækningsforsøg af modne Æg og Observationer af sidste Larvestadium's Forvandling til 1ste Ungdomsstadium. Det er egentlig først ved den ene eller anden af de 2 sidstnævnte Iagttagelser at det har lykkets mig med fuld Sikkerhed at faa bestemt de frit levende Larver, ikke blot hvad Slægten, men ogsaa Arten angaar.

Skjøndt jeg af enhver af de her opførte Slægter har havt til Undersøgelse en continuerlig Række af Larvestadier, og af ethvert af disse har udført saavel Habitus- som Detailfigurer, har jeg dog, for ikke at blive altfor vidtløftig, troet her at kunne indskrænke mig til en nøiere Fremstilling og Beskrivelse af det 1ste og sidste Stadium, da de mellemliggende Forandringer er mindre væsentlige og let vil kunne forstaaes ved en Sammenligning mellem begge. Hertil er for Fuldstændigheds Skyld endnu føiet en kort Beskrivelse med Figur af 1ste Ungdomsstadium, umiddelbart efter den sidste Forvandling.

Plancherne er ogsaa denne Gang udførte i Autographi, efter den af mig nu i en Række af Aar med Held anvendte Methode. Til Grund for Habitusfigurerne ligger, paa meget

faa Undtagelser nær, colorerede Tegninger, omhyggeligt udførte efter levende Exemplarer, hvorved ikke blot flere af de indre Organer har kunnet antydes, men ogsaa Larvens hele Habitus gjengives paa en langt naturligere Maade, end dette vilde have været muligt ved en Undersøgelse af blot Spiritusexemplarer.

Det er min Hensigt om kort Tid i dette Tidsskrift at publicere et 3die Bidrag i denne Retning, hvortil Materialet nu er nogenlunde fuldstændigt. Dette Bidrag vil komme til at omfatte 1ste Familie af Caridernes Gruppe, *Crangonidae*, hvis Udvikling i flere Henseender frembyder en ganske særlig Interesse.

Gen. **Lithodes**, Latr.

(Tab. 1).

Angaaende Udviklingen af denne eiendommelige Slægt foreligger, saavidt mig bekjendt, ingensomhelst Notits, skjøndt vor Art, *L. maja* Lin., ingenlunde hører til Sjeldenhederne, hverken ved vore eller Englands Kyster. Men, som allerede af Bell bemærket, er det idethele yderst sjældent at træffe paa Exemplarer af denne Form med Udrog, og modne Æg med indsluttet Embryo har endnu ikke været undersøgte. Heller ikke har det været forsøgt at henføre nogen af de leilighedsvis frit i Havet observerede Larveformer til nærværende Crustace.

Heldigvis opbevares i vort Univ. Museum en Del fuldmoden Rogn, tilligemed netop udklækkede Larver, tagne af min Fader for mange Aar siden fra et Exemplar fanget ved Manger. Ved den nøiere Undersøgelse af dette Materiale har jeg med fuld Sikkerhed kunnet bestemme en eiendommelig Larveform, hvoraf jeg har taget nogle faa Exem-

plarer paa dybt Vand, dels i Hardangerfjorden, dels ved Apelvær i Namdalen, som henhørende til nærværende Crustaceform. De to paa sidstnævnte Sted erholdte Exemplarer var betydelig videre udviklede end de i Hardangerfjorden fundne, og disse igjen videre fremkomne end de i vort Univ. Museum opbevarede, saa at jeg, trods det ringe Antal Individuer, har havt til Undersøgelse en temmelig fuldstændig Udviklingssvite.

Det fremgaar heraf, at den postembryonale Udvikling hos denne Form skiller sig ikke uvæsentligt fra den for Anomurerne typiske, og navnlig meget bestemt fra Udviklingen hos Pagurerne, som man ialmindelighed har anseet for nærmest beslægtede med nærværende Slægt. Vi har her for os en stærkt forkortet Metamorphose, noget lignende den, som i det følgende vil blive skildret hos Slægten *Galathodes*.

Allerede den betydelige Størrelse af de modne Æg (fulde 2 mm. i Diameter) tyder paa, at Larven maa komme til Verden i en mere udviklet Tilstand end hos de fleste øvrige Anomurer, hos hvem Æggene som bekjendt er særdeles smaa. De foreliggende Æg (Fig. 1) er af kugledannet Form og omgivne af en særdeles tynd og gjennemsigtig Hinde, indenfor hvilken Embryonet tydelig skimtes tilligemed sine forskellige Vedhæng. Det udfylder fuldstændigt Æggets Lumen og ligger som sædvanlig stærkt sammenrullet, med Bagkroppen slaaet ind under Forkroppen, og Enden af Halepladen delvis overdækkende Pandedelen. Begge Par Følere er tilbagestrakte langs Siderne af Forkroppen, medens de øvrige Lemmer er mere eller mindre stærkt fortilkrummede. Øinene er tæt trykkede ind mod Æggehuden og deres mørke Pigment skinner med stor Tydelighed igjennem samme. Bag dem sees i det indre af Embryonets Forkrop en særdeles voluminøs gulagtig Blommemasse. Ved nøiere Eftersyn kan ogsaa Conturerne af

Rygskjoldet let forfølges, ligesom ogsaa Bagkroppens Segmentering er tydeligt fremtrædende.

Den netop udklækkede Larve (Fig. 2, 3) har, fuldt udstrakt, en Længde af nær 6 mm. Den er, som hos andre Decapoder, i Begyndelsen ganske uskikket til at bevæge sig om i Vandet, da det hele Legeme tilligemed alle Lemmer endnu er omgivet af den saakaldte Embryonalhud, der først maa afkastes, inden Svømmeapparaterne kan træde i Function. Legemet er idethele af temmelig plump og undersætsig Form, med Forkroppen stærkt opblæst og fyldt med en anselig opak Blommemasse, medens Bagkroppen er forholdsvis smal, cylindrisk og ender med en bred, i Midten indskaaret Haleplade.

Rygskjoldet dækker ikke blot hele Forkroppen, men ogsaa 1ste Bagkropssegment, og er oventil høit hvælvet. Fortil gaar det ud i et sylformig tilspidset Pandehorn, som imidlertid endnu er stærkt ombøiet mod Mundregionen, saa at det fordetmeste ganske skjules af Følerne. Bagtil er Rygskjoldet i Midten dybt udrandet og ender til hver Side med en tilspidset, noget nedadbøiet Flig. De nedre frie Kanter af Rygskjoldet er jævnt bueformigt bøiede og ender fortil med et vinkelformigt Hjørne.

Øinene er tydeligt stilkede og rager frem til hver Side af Pandehornets Rod fra en smal Indbugtning i Rygskjoldet. De er forholdsvis mindre end hos de fleste øvrige Decapodelarver, næsten af cylindrisk Form og med den facetterede Del kun lidet udvidet. Midt imellem dem skimtes det enkelte Øie — Larveøiet — som en liden sort Plet.

1ste Par Følere (Fig. 4), der nu er rettede lige fortil, danner hver en simpel koniskt tilløbende Stamme, der ender med 3 særdeles fint conturerede og gjennemsigtige børsteformige Fortsatser, tæt cilierede i begge Kanter. I det Indre af Stammen sees tydeligt de allerede færdigt dannede Følere, saaledes som de optræder i det 1ste frie Larvestadium.

2det Par Følere (Fig. 5) er mere udadrettede og af mere compliceret Bygning. Man kan paa dem allerede adskille alle 3 Hoveddele, skjøndt disse viser et Udseende temmelig forskjelligt fra samme hos den frie Larve. Den tykke Basaldel viser kun en svag Antydning til en Deling i 2 Segmenter og har paa den nedre Side 2 tornformige Fremspring af ulige Længde. Den indre Gren, der svarer til Svøben hos det voxne Dyr, er af smal konisk Form, uledet og ender med en klar, tæt cilieret Snært eller børsteformig Fortsats. Den ydre Gren eller Bladet er forholdsvis af betydelig Størrelse og sædvanligvis rettet lige udad. Det er noget affladet og ganske svagt udvidet mod Enden, der er stumpt afrundet. I sin ydre Del er det forsynet med 8 særdeles tykke og tæt cilierede børsteformige Udposninger, hvoraf de 4 udgaar fra den indre Kant, de 4 øvrige fra Spidsen; hertil kommer endnu en ganske kort ucilieret Fortsats ved det ydre Hjørne af Bladet. Alle disse Vedhæng er af den samme tandre gjennemsigtige Beskaffenhed som de paa 1ste Par Følere. I det indre af Bladet, ligesom ogsaa af Svøben, sees ogsaa her tydeligt de færdigtdannede tilsvarende Dele, saaledes som de optræder hos den frie Larve.

Munddelene er endnu uden Torner eller Børster, derfor uskikkede til at fungere. Man adskiller imidlertid med Lethed, selv uden Dissection, den hjelmformige Overlæbe, Kindbakkerne og de 2 Par Kjæver i deres sædvanlige Situs (se Fig. 2).

Bag disse egentlige Munddele følger 3 Par betydelig stærkere udviklede, tvegrenede Lemmer, hvoraf navnlig de 2 forreste er af betydelig Størrelse. Det er de 3 Par Kjævefødder. Paa alle 3 er Ydergrenen (Exopoditen) betydelig længere end Indergrenen og delt i 2 utydeligt begrænsede Segmenter; den mangler imidlertid endnu tydelige

Børster og er derfor ogsaa i dette Stadium uskikket til Svømning.

De omtalte Lemmer er ogsaa hos andre Decapodelarver tilstede umiddelbart efter Udklækningen; men sædvanligvis mangler i dette, ligesom i følgende Stadium, ethvert Spor af de følgende Lemmer, de egentlige Fødder. Hos nærværende Form derimod er alle 5 Par Fødder tydeligt anlagte allerede medens Embryonet endnu er omsluttet af Æggehuden, og af et lignende Udseende som hos andre Decapodelarver i de sidste frie Stadier (se Fig. 6). Det forreste af disse Par Lemmer er betydelig robustere end de øvrige og gjenkjendes let som Gribefødderne eller Saxlemmerne, da de er stærkt opsvulmede i sit ydre Parti og her delte i 2 fingerformige Fortsatser. De 3 følgende Par er betydelig slankere og koniskt afsmalnende mod Enden; 5te Par ligger ganske skjult indenfor de øvrige, saa at de let undgaar Opmærksomheden; de er imidlertid tydeligt anlagte (Fig. 7), skjøndt særdeles smaa, og har allerede en svag Antydning til Chela. Ved Basis af Fødderne har Gjellerne begyndt at udvikle sig som smaa tvelappede Appendices (se Fig. 6).

Bagkroppen bestaar af 6 tydeligt begrændsede Segmen-ter, hvoraf de 5 første er ganske simple, cylindriske, uden Torner eller andre Vedhæng. Sidste Segment er blot i sin forreste Del af en lignende cylindrisk Form; bagtil udvides det successivt til en bred Haleplade, der i Midten ved et dybt og smalt Indsnit er delt i 2 symetriske Lapper (se Fig. 8). Langs den noget convexe bagre Rand af enhver af disse Lapper findes en Rad af 6 tykke, børsteformige Vedhæng eller Udposninger, af den samme tandre Beskaffenhed som de paa Følerne og som disse særdeles tæt og fint cilierede; det inderste Vedhæng er betydelig mindre end de øvrige og det næstyderste størst. Sidehjørnerne af Halepladen gaar desuden ud i 2 betydelig kortere, ucilierede

Fortsatser, hvoraf navnlig den inderste er særdeles liden. Den færdigtdannede Haleplade, saaledes som den optræder efter 1ste Hudskiftning, kan med stor Tydelighed sees i det indre, og de til samme hørende Torner strækker sig delvis ind i de tilsvarende Udposninger af Embryonalhuden (se Fig. 8).

1ste frie Larvestadium, umiddelbart efter 1ste Hudskiftning (Fig. 9, 10), har en Længde fra Spidsen af Pandehornet til Enden af Halepladen af omkring 7 mm. De Forandringer, som er indtraadte, gjælder ikke saameget den almindelige Kropsform som Lemmernes Udseende. Dog synes Rygskjoldet forholdsvis større, og navnlig er de bagre Sideflige betydelig stærkere uddragne, saa at de rækker udover 3die Bagkropssegment. Pandehornet har endvidere rettet sig ud fra sin ombøiede Stilling og træder nu frit frem fortil mellem 1ste Par Følere. Bagkroppen bestaar af det samme Antal Segmenter, men de 4 midterste er nu bevæbnede langs den bagre Rand oventil med en Tværrad af 4 stærke tandformige Fremspring og har desuden til hver Side, nærmere Bugsiden, en betydelig længere bagudrettet Torn.

Paa 1ste Par Følere (Fig. 13) kan nu adskilles et cylindrisk Skaft og 2 korte Svøber, hvoraf den ydre et størst og forsynet med 6 klare baandformige Sandsevedhæng, 3 i Spidsen og 3 i den indre Kant. Den indre Svøbe er ganske simpel og konisk tilløbende.

2det Par Følere (Fig. 14) viser de samme Hoveddele som hos den nys udklækkede Larve, skjøndt temmelig forandrede i Udseende. Basaldelen bestaar nu af 2 vel markerede Segmenter og har ved Enden paa Undersiden de samme 2 Torner som forefandtes her i foregaaende Stadium. Svøben er ganske simpel, konisk tilspidset i Enden og uden nogen børsteformig Snært. Bladet er omtrent af Svøbens Længde og af temmelig smal, næsten lineær Form. Langs

den ydre Halvpart af Inderkanten bærer det 6 cilierede Børster af sædvanligt Udseende og fæstede til særskilte Afsatser i Bladet, hvortil endnu kommer 2 betydelig mindre Børster, der udgaar fra den koniskt uddragne Spids. Yderkanten af Bladet er ganske glat og gaar ved Enden ud i en særdeles lang og stærk tornformig Fortsats, der er skilt fra den børstebærende Spids af Bladet ved et lidet vinkelformigt Indsnit. Som det vil sees, svarer Børsternes Antal ganske til de børsteformige Udposninger af Bladet hos den nys udklækkede Larve, og ogsaa den tornformige Fortsats er her antydet, skjøndt blot som et Rudiment, hvorfor ogsaa den sig dannende Fortsats, for at faa Plads ind i Bladet, maa lægge sig i Bugtninger (se Fig. 5).

Overlæben (Fig. 15) danner et afrundet, hjelmformigt Fremspring, der delvis dækker over Kindbakkernes Tyggedel. Dens bagre Rand er svagt indbugtet i Midten og her fint cilieret.

Underlæben (Fig. 17) bestaar af 2 divergerende membranøse Lappe af smal oval Form og fint cilierede i Enden og langs den indre Kant.

Kindbakkerne (Fig. 16) er allerede stærkt chitiniserede og har Tyggeranden delt i flere tandformige Fremspring, der som sædvanlig forholder sig noget ulige paa høire og venstre Side. Der er allerede et tydeligt Anlæg til Palpe i Form af et lidet koniskt, blødt Appendix, fæstet nær den forreste Kant af Kindbakkens Corpus.

1ste Par Kjæver. (Fig 18) bestaar af en tyk muskuløs Basaldel og en til Enden af samme fæstet smal Endedel eller Palpe. Basaldelen gaar indad ud i 2 Tyggelappe, hvoraf den yderste er meget stærk, tvært afkuttet i Enden og her forsynet med 2 stærke tornformige Fremspring, foruden et Par smaa Børster. Den indre Tyggelap er forholdsvist liden, membranøs, og ved den afrundede Spids forsynet med omkring 6 cilierede Børster. Palpen er

kortere end Basaldelen og bestaar af 3 tydeligt begrænsede Led, hvoraf dog det 1ste er yderst lidet; 2det Led har indad en kort cilieret Børste, og det betydelig længere, smalt koniske Endeled bærer i Spidsen 3 noget længere Børster.

2det Par Kjæver (Fig. 19) er adskillig større, membranøse, og har, foruden de paa 1ste Par adskilte Hoveddele, ogsaa en vel udviklet Exognath. De 2 fra Basaldelen udgaaende Tyggelappe er her delte hver i 2 secundære Lappe besatte med grove, cilierede Børster. Palpen er enleddet, af oval Form og har i Inderkanten en Afsats, hvortil er fæstet en tynd, cilieret Børste; 5 lignende Børster udgaar fra Spidsen. Exognathen er pladeformig, af elliptisk Form og langs den frie Rand forsynet med 11 fint cilierede Børster, hvoraf den bagerste er fæstet i nogen Afstand fra de øvrige. Den bagre Forlængelse af Exognathen er endnu ikke udviklet.

De 2 forreste Par Kjævefødder (Fig. 20, 21) er byggede efter samme Type og er ogsaa omtrent af ens Størrelse. De bestaar af en 2-leddet Basaldel, en Endopodit eller Palpe og en vel udviklet Exopodit. Af Basaldelens 2 Led er det 2det temmelig stærkt forlænget, noget sammentrykt og fyldt med stærke Muskelbundter, der hovedsagelig tjener til Bevægelse af Exopoditen. Endopoditen er omtrent af dette Led's Længde og danner en smal, cylindrisk, noget buet Stamme, som paa 1ste Par bestaar af 5, paa 2det Par af 4 vel begrænsede Led. Alle Led og tildels ogsaa Basaldelens ydre Del er i Inderkanten forsynet med cilierede Børster. Endeledet er ganske lidet, af konisk Form og forsynet i Spidsen med 4 Børster samt i Yderkanten med en enkelt tættere cilieret saadan. Exopoditen er paa begge Par betydelig længere end Endopoditen og forestiller Larvens hovedsageligste Locomotionsorgan. Den er særdeles bevægeligt forbunden med Basaldelen og bestaar

af et cylindrisk Skaft og en noget kortere, i Spidsen med 4 stærke Svømmebørster forsynet Endedel.

3die Par Kjævefødder (Fig. 22) bestaar af de samme Hoveddele som paa de 2 foregaaende Par, men er betydelig mindre og endnu ikke traadte i Function. Endopoditen forestiller kun en uledet konisk Fortsats, uden enhver Børstebevæbning, og Exopoditen viser kun ubetydelige Rudimenter af Svømmebørster.

De 5 Par Fødder (se Fig. 9) forholder sig omtrent som hos den nys udklækkede Larve og er som hos denne albuformigt bøiede paa Midten og slaaede ind under Bugen.

Halepladen (se Fig. 10) synes forholdsvis mindre end hos den nys udklækkede Larve og er tydeligere tvelappet, idet det bagre Indsnit er dybere. Bevæbningen af den bagre Kant er ogsaa temmelig forskjellig. Istedetfor de tykke, tæt cilierede Vedhæng er traadt en Rad af forholdsvis tynde, fint tandede Torner, hvoraf den 3die, regnet udenfra er den største og danner en umiddelbar Forlængelse af Halepladen, medens de øvrige er indleddede til særegne Afsatser. Indenfor den nævnte tornformige Fortsats findes paa hver Sidelap 5, indad successivt i Længde aftagende Torner og udenfor samme 2 saadanne, hvoraf dog den yderste er meget kort. Ved stærk Forstørrelse sees endnu umiddelbart indenfor den yderste Torn en særdeles tynd, fint cilieret Børste (ikke angivet paa Figuren). Til denne svarer den næstyderste og mindste af de 2 ydre Fortsatser hos den nys udklækkede Larve. Heraf følger, at der i dette Stadium er kommet til en ny Torn paa hver Sidelap, nemlig den inderste, hvortil der tidligere intet Anlæg forefandtes.

Meget nær overensstemmende med det ovenbeskrevne Stadium var et Par Larver, som toges i Hardangerfjorden, ved Mosterhavn, mellem Oculiner paa 80—100 D. F. De her givne anatomiske Detailler er af et af disse Exemplarer.

Betydelig videre udviklet, skjønt forøvrigt meget lig, er imidlertid den Fig. 11, 12 afbildede Larve, som toges ved Apelvær omtrent paa samme Dyb. Jeg har endog Grund til at antage, at den repræsenterer *sidste Larvestadium*.

Den har en Længde i fuldt udstrakt Stilling af 8 mm. og viser en ualmindelig plump Kropsform.

Rygskjoldet er af meget betydelig Størrelse og dækker, foruden hele Forkroppen, ogsaa en større Del af Bagkroppen til Siderne. Pandehornet er mere lige fortilrettet end i foregaaende Stadium og de bagre Sideflige vidt udspærrede og skilte i Midten ved et dybt vinkelformigt Indsnit.

I Lemmernes Bygning er ikke indtraadt meget væsentlige Forandringer. Dog er Svøben paa 2det Par Følere kjendelig længere, og 3die Par Kjævefødders Exopoditer er traadte i Virksomhed som Svømmeorganer, idet de bærer hver 4 vel udviklede Svømmebørster. De egentlige Fødder er betydelig tiltagne i Størrelse, men bæres endnu indboiede mod Bugsiden. Endelig er ethvert af de 4 midterste Bagkropssegmenter forsynede med et Par rudimentære Buglemmer, hvoraf intet Spor var at opdage hos foregaaende Stadium.

Halepladen (Fig. 23) er kun lidet forandret. Den er forholdsvis noget bredere, med det bagre Indsnit mindre dybt, og har faaet et Par Torner flere. Ved Basis af den har et nyt Bagkropssegment begyndt at afsnøre sig. Af ydre Halevedhæng er der imidlertid fremdeles intet Spor at opdage, og dette kunde lade formode, at der endnu ligger et Larvestadium mellem dette og 1ste Ungdomsstadium. Dog gives der, som nedenfor skal vises, en anden Form af Anomurer, nemlig Slægten *Porcellana*, hos hvem ligeledes disse Vedhængs Udvikling ganske udebliver under Larvelivet.

Legemet var i levende Tilstand temmelig gjenemsig-

tigt, af hvidagtig Farve, med et blegt kødfarvet Anstrøg, og overalt oversaaet med smaa røde Pigmentpletter. Øine-nes Pigment var dybt sort og indtog kun den centrale Del af Øiegloben. I det indre af Forkroppen fandtes endnu en betydelig Rest af Blommemassen levnet; helt fortil 2 jevn- sides liggende mere compacte Partier af intensiv gul Farve, længere bagtil en blegere Masse indeholdende store, stærkt lysbrydende Fedtkugler.

Dyrets Bevægelser var temmelig træge og ubehjælp- somme. Oftest holdt det sig ved Bunden af det Glas, hvori det havdes til Observation, idet det kun af og til foretog en kort Udflugt i Vandet, men derpaa snart igjen lod sig synke tilbunds, med Halen stærkt indbøiet mod Forkroppens Bugside.

Det tidligste *Ungdomsstadium* har jeg ikke havt Anled- ning til at observere. Fig. 24 fremstiller den mindste Lithodes-Unge, jeg har fundet. Den er ikke fuldt 9 mm. lang, hvorved dog er at mærke, at Halen, der som hos det voxne Dyr er slaaet ind under Forkroppen, ikke er med- regnet. Det vil sees, at den i alt væsentligt ligner det voxne Dyr, kun med den Forskjel, at Fødderne er forholds- vis noget kortere, at Sidetørnerne paa Pandehornet er stærkere fremtrædende og at Antallet af Tørner paa Ryg- skjoldet er mindre.

Gen. *Eupagurus*, Brandt.

(Tab. 2).

Hos 2 Arter af denne Slægt har jeg kunnet forfølge den hele postembryonale Udvikling. Den stemmer hos begge Arter meget nøie overens, hvorfor jeg kun anser det fornødent udførligt at beskrive samme hos en af dem, nemlig:

Eupagurus bernhardus, (Lin).

(Tab. 2; Fig. 1—28).

Larverne af denne Art er yderst almindelige at træffe overalt ved vor Syd- og Vestkyst og saagodtsom til alle Tider af Aaret. Men det var først længe efterat jeg havde gjort mig bekjendt med deres Bygning i forskjellige Stadier, at jeg med fuld Sikkerhed fik bestemt dem som Larver af vor almindelige Bernhardskrebs.

Det *tidligste* observerede *Larvestadium* (Fig. 1, 2) har en Længde, fra Spidsen af Pandehornet til Enden af Halepladen, af kun $3\frac{1}{2}$ mm.

Kropsformen er temmelig slank, og især er Bagkroppen meget smal og forlænget. Rygskjoldet dækker foruden Forkroppen ogsaa fuldstændigt 1ste Bagkropssegment og fortsætter sig bagtil i 2, med et spidst Hjørne endende korte Sideflige, adskilte i Midten ved en grund Indbugtning. Fortil gaar Rygskjoldet ud i et smalt og sylformigt tilspidset Pandehorn, der er længere end den bagenfor liggende Del og ganske svagt bugtet, med Spidsen noget nedadbøiet. De forreste laterale Hjørner er nedenunder Øinene udtrukne i en spids, fortilrettet Fortsats. Ryglinien er næsten lige og horizontal, medens de nedre Kanter af Rygskjoldet er stærkt bueformigt bøiede. Nogen Tornbevæbning er ikke tilstede. Bagkroppen bestaar af 5 vel begrændsede Segmenter, der successivt tiltager i Længde bagtil. De 3 midterste har den bagre Kant oventil noget fremspringende og delt i 4 tandformige Fremspring; til hver Side skyder den ud i en noget stærkere bagudrettet tornformig Fortsats. Sidste Segment er stærkt forlænget og udvides bagtil ganske successivt til den sædvanlige Haleplade.

Øinene er af meget betydelig Størrelse, med den facetterede Del stærkt udvidet, navnlig bagtil, og Stilkene saa

korte og tykke, at Øinene faar Udseende af at være sessile. De synes ogsaa i dette Stadium at være fuldkommen ubevægelige og er fortil næsten sammenstødende. Midt imellem deres Rod sees med stor Tydelighed det enkle Øie i Form af en liden sort Plet.

1ste Par Følere (Fig. 3) bestaar af en simpel, uledet, noget udadbøiet Stamme, der afsmalnes mod Spidsen, fra hvilken 2 klare, baandformige Sandsevedhæng og et Par ganske korte Børster udgaar. Til en særegen Afsats i den indre Kant nær Spidsen er desuden fæstet en stærk, lige fortil rettet Børste, der er fint cilieret i Kanterne.

2det Par Følere (Fig. 4) har en ganske kort, cylindrisk Basaldel, der indad umiddelbart fortsætter sig i en lang og smal, spidst udløbende Fortsats, repræsenterende Svøben; ved Basis af denne Fortsats findes paa Undersiden en kort Torn. Bladet er noget kortere end Svøben og af en meget smal, næsten lineær Form; det ender med et langt og smalt tornformigt Fremspring og har i den ydre Del af Inderkanten en Rad af 7 tynde cilierede Børster, hvoraf de 3 yderste er tættere sammentrængte end de øvrige.

Overlæben (Fig. 5) og Underlæben (Fig. 6) viser det sædvanlige Udseende.

Kindbakkerne (Fig. 7) mangler endnu fuldstændigt ethvert Spor af Palpe. Tyggeranden er delt i flere spidse Tænder, der som sædvanlig er noget ulige i Form og Antal paa høire og venstre Side.

1ste Par Kjæver (Fig. 8) har den ydre Tyggelap delt i 2 lange og spidse tornformige Fremspring, ved Basis af hvilke er fæstede et Par simple Børster. Den indre Tyggelap er betydelig mindre, jævnt afrundet i Enden og her forsynet med 6 cilierede Randbørster. Palpen er forholdsvis liden, men tydeligt 3-leddet, og bærer ialt 4 cilierede Børster, 3 ved Spidsen og 1 i Inderkanten af 2det Led.

2det Par Kjæver (Fig. 9) er af mere membranøs Beskaffenhed og har enhver af de 2 Tyggelappe delt i 2, med cilierede Børster besatte, smalt afrundede Flige. Palpen er enleddet, af aflang oval Form og bærer 6 Børster, hvoraf de 2 er fæstede til en særegen Afsats i Inderkanten. Exognathen er forholdsvis liden, oval og uden nogen bagre Forlængelse; den har kun 4 korte, tæt cilierede Randbørster.

1ste Par Kjævefødder (Fig. 10) er kraftigt udviklede, med Basaldelens 2det Led noget pladeformigt sammentrykt og i Inderkanten forsynet med flere korte Børster. Endopoditen er noget længere end Basaldelens 2det Led og danner en smal cylindrisk, i 5 tydelige Led afdelt Stamme, der saavel i Inderkanten som ved Spidsen og tildels ogsaa i den ydre Kant er besat med grove, cilierede Børster. Exopoditen er kortere, men noget tykkere end Endopoditen og som sædvanlig delt i 2 Afsnit, hvoraf det yderste er kortest og ved Spidsen forsynet med 4 lange Svømmebørster.

2det Par Kjævefødder (Fig. 11) ligner ganske 1ste Par, alene med den Forskjel, at Basaldelens 2det Led mangler Børster i Inderkanten, og at Endopoditen kun bestaar af 4 Led, idet 3die og 4de her er sammenvoxne.

Bag disse Lemmer følger endnu kun et Par yderst smaa ind mod Bugen boiede Appendices (Fig. 12. 13), hvert bestaaende af 2 Segmenter uden Spor af nogen Slags Bevægning. De forestiller de endnu ikke i Funktion traadte 3die Par Kjævefødder, og Endesegmentet svarer aabenbart til Exopoditen, medens der af Endopoditen endnu ingen Antydning er at se.

Af andre Lemmer findes i dette Stadium intetsomhelst Spor. De egentlige Fødder anlægges nemlig først i et senere Stadium, i Begyndelsen i Form af ubetydelige knudeformige Fremspring, der successivt tiltager i Stør-

relse, uden dog at træde i Funktion, før Larvelivet er til Ende.

Halepladen (Fig. 14), der endnu gaar i et med sidste Bagkropssegment, er forholdsvis smal, skjøndt som sædvanlig noget spadeformigt udvidet i Enden. Bagkanten har i Midten et ganske kort, men tydeligt markeret Indsnit, hvorved de 2 Sideflige antydes, og viser den sædvanlige Tornbevæbning. Antallet af Torner paa hver Sideflig er ialt 6, hvoraf dog den yderste og den 3die, udenfra regnet, er direkte Forlængelser af Halepladen, medens de øvrige er tydeligt indleddede til samme. Af disse Torner er den yderste kortest, medens den 3die, udenfra regnet, er betydelig stærkere end nogen af de øvrige. Imellem de 2 yderste Torner sees ved stærk Forstørrelse en yderst liden og fin, udadrettet Børste, som ogsaa gjenfindes hos andre Decapodelarver. Den næstyderste og de 3 inderste Torner paa hver Sideflig er i sit ydre Parti fint tandede i begge Kanter.

Hele Legemet er i dette Stadium i høj Grad gennemsigtigt og næsten farveløst, alene med et diffust rødt Pigment i Mundregionen og med en tværliggende forgrenet Pigmentansamling af svovlgul Farve lige under Hjertet.

Sidste Larvestadium (Fig. 15, 16) har en Længde i fuldt udstrakt Tilstand af $7\frac{1}{2}$ mm. Den almindelige Kropsform er ikke meget forandret; kun synes Rygskjoldet noget større og dybere, med Ryglinien mere ret. De forskellige Lemmer er derimod adskilligt omformede og tillige betydeligt forøgede i Antal.

Øinene er nu tydeligt stilkede og bevægelige, forholdsvis betydelig smalere end i 1ste Stadium og ogsaa adskilte ved et tydeligt Mellemrum, i hvis Midte det enkle Øie har sin Plads.

1ste Par Følere (Fig. 17) bestaar nu af Skaft og 2 Svøber. Skaftet er af cylindrisk Form og endnu uledet;

men i dets indre sees en tydelig begyndende Segmentering i 3 Afsnit eller Led. Begge Svøber er meget korte og uleddede. Den ydre er størst og bærer et betydeligt Antal (7—9) klare, baandformige Sandsevedhæng, der dels udgaar fra Spidsen, dels fra den indre Kant i 2 Bundter. Den indre Svøbe danner derimod endnu kun en simpel konisk Fortsats, uden enhver Børstebevæbning. Ved Basis af denne sidste Svøbe er til Enden af Skaffet fæstet en stærk, fortilrettet Børste, i hvilken let gjenkjendes den paa samme Sted hos 1ste Larvestadium forekommende, hvortil endnu kommer en betydelig mindre indadrettet Børste. Begge Børster er tæt cilierede.

2det Par Følere (Fig. 18) viser de samme Hoveddele som hos 1ste Stadium og af en temmelig overensstemmende Form; men Svøben har tiltaget betydelig i Længde, saa at den nu er en halv Gang til saa lang som Bladet, og er ved en tydeligt markeret Tværsutur afgrændset fra Basaldelen. I dens indre sees den sig dannende nye Svøbe, der viser en meget tydelig og tæt Segmentering.

Over- og Underlæbe er uforandrede.

Derimod sees paa Kindbakkerne (Fig. 19) allerede Anlægget til Palpen i Form af en liden konisk Knude.

1ste Par Kjæver (Fig. 20) skiller sig væsentlig kun fra samme hos 1ste Stadium derved, at den ydre Tyggelap har ved Enden 5 stærke tornformige Fremspring.

2det Par Kjæver (Fig. 21) har Palpen og Tyggelapperne af samme Udseende som hos 1ste Stadium. Derimod er Exognathen væsentlig forandret. Den er betydelig større og bestaar af 2 Afsnit, en fortilrettet, tungeformig membranøs Del, besat i Kanterne med omtrent 14 stærke Fjærbørster, og en lige bagud rettet smal, lancetformig Flig uden Børster.

De 2 første Par Kjævefødder viser neppe nogen væsentlig Forskjel fra samme hos 1ste Stadium.

3die Par Kjævefødder derimod (Fig. 22), der hos hint Stadium var ganske rudimentære, har forandret sig betydeligt, idet de nu er forsynede med vel udviklede Exopoditer, der fungerer sammen med Exopoditerne paa de 2 foregaaende Par som Svømmeapparater. Ogsaa Endopoditen, hvoraf i første Stadium intet Spor var tilstede, er nu tydeligt udviklet, skjøndt endnu ikke traadt i Funktion. Den udgaar temmelig langt nede paa Basaldelen, hvorfor Exopoditen synes at være fæstet til et stærkt Fremspring, og har Formen af en temmelig tyk, fingerformig Stamme, forsynet i Inderkanten nær Spidsen med en enkelt cilieret Børste. I dens indre sees den sig dannende, tydeligt segmenterede Endopodit, saaledes som den optræder i 1ste Ungdomsstadium.

Bag disse Lemmer har nu samtlige egentlige Fødder dannet sig og er i dette Stadium af meget betydelig Størrelse (se Fig. 16). De er imidlertid endnu ikke traadte i Funktion og derfor alle, med en stærk albuformig Bøining, slaaede ind under Bugen. Det første Par (Gribefødderne) er det største og ender med en tydelig Sax, der er kjendeligt større paa høire end paa venstre Fod; de 2 følgende Par (de egentlige Gangfødder) er betydelig spinklere, men stærkt forlængede, og ender i en smalt udløbende, konisk Spids. De 2 sidste Par er meget smaa og delvis skjulte af de foregaaende Par. Ved Dissektion kan man imidlertid overbevise sig om, at de allerede viser den for det voxne Dyr karakteristiske subcheliforme Bygning (se Fig. 23, 24).

Paa Bagkroppen har sidste Segment afsnøret sig fra Halepladen (se Fig. 15, 16) og bærer ved Enden et Par bevægelige Lemmer, de ydre Halevedhæng. Disse bestaar (se Fig. 26) af en ganske kort Basaldel, der indad løber ud i en liden, stumt konisk Fortsats, der forestiller et Rudiment af den indre Plade, men endnu mangler ethvert Spor af Randbørster. Den ydre Plade er derimod vel

udviklet og tydeligt sondret fra Basaldelen. Den er af smal lancetdannet Form og bærer i den indre Kant 6 Fjærbørster; Enden er uddraget i en skarp Torn, og indenfor den sees nok en saadan, men betydelig mindre. Ethvert af de 4 foregaaende Segmenter bærer et Par fortilrettede Lemmer af konisk Form (Fig. 25). I disses indre sees de sig dannende Buglemmer, med Antydning til deres 2 Endeplader, hvoraf dog den indre er i høi Grad rudimentær.

Halepladen (se Fig. 26) er forholdsvis længere og smælere end hos 1ste Stadium, næsten dobbelt saa lang som de ydre Halevedhæng, og mangler det hos hint tydelige mediane Indsuit, hvorfor heller ikke de 2 Sideflige er saa bestemt markerede. Forholdet af Tornerne er et lignende som i hint Stadium, dog er her kommet 1 Par Torner til, idet der imellem de lange dolkformige Fortsatser tælles ialt 8 saadanne, medens der hos 1ste Stadium kun fandtes 6.

Legemet er ogsaa i dette Stadium særdeles gjennemsigtigt og næsten farveløst. I Mundregionen sees dog et lignende diffust rødt Pigment som hos de yngre Larver, og heller ikke den karakteristiske svoveltgule Pigmentplet under Hjertet mangler. Hertil kommer en fuldkommen lignende Pigmentplet ved Enden af hver af Gribefødderne (se Fig. 16).

Den paafølgende Hudskiftning medfører en saa total Omformning af alle Dele, at man paa Forhaand vanskeligt skulde tro, at en saa abrupt Metamorphose var mulig. Jeg har imidlertid gjentagne Gange havt Anledning til direkte at observere denne mærkelige Forvandling og har ogsaa opbevaret paa Spiritus Specimina midt under Hudskiftingsakten, hvorved Sagens Rigtighed kan kontrolleres af alle og enhver. Denne Hudskiftingsakt synes at være meget besværlig for Dyret og tager ogsaa adskillig Tid. Larven ligger herunder paa Bunden af det Kar, hvori man

har det til Observation, og ved konvulsiviske Krumninger og Vridninger søger den at skille sig af med Larvehammen. Ud af denne kommer tilsidst en Skabning, der i alle Henseender er totalt ulig Larven, hvorimod man i samme let gjenkjender en ung Bernhardskrebs (Fig. 27, 28). Den skiller sig dog endnu væsentlig ved Bagkroppens Udseende. Denne er nemlig symetrisk, ikke som hos det voxne Dyr spiraldreiet, og desuden sammensat af 6 skarpt begrænsede Segmenter, hvoraf dog det 1ste er meget lidet og smalt; de 4 midterste er vel udviklede og temmelig brede, med tydelige Epimerer, og hvert forsynet med et Par fuldt uddannede, med lange Svømmeborster forsynede Buglemmer (Pleopoda). Ved Enden af sidste Segment findes en tydelig Halevifte, bestaaende af en kvadratisk midterste Haleplade og 2 stærkt krummede ydre Halevedhæng, hvilke sidste dog allerede viser en vis Grad af Assymetri, idet det venstre Vedhæng er betydelig større end det høire. Forkroppen med dens forskellige Lemmer stemmer i alt væsentligt med det udviklede Dyr, og Assymetrien i Gribefødderne er tydelig, skjøndt mindre stærkt udpræget end hos hint.

Dyret har i dette 1ste Ungdomsstadium, fuldt udstrakt, en Længde af kun 4 mm og er i høi Grad gjennemsigtigt, næsten vandklart. Dog bemærkes ved nøiere Eftersyn den ogsaa hos Larven forekommende karakteristiske svovelgule Pigmentplet under Hjertet, hvortil kommer en fuldkommen lignende paa hver af Gribeføddernes Haand, ligesom et diffust rødligt Pigment kan observeres i Mundregionen.

Uligt hvad Tilfældet er med det voxne Dyr, er Ungen i dette Stadium begavet med Svømmeevne, og bevæger sig om i Vandet ligesom en langhalet Krebs ved Hjælp af sine Pleopoder. Dette frit omstreifende Liv varer dog kun kort. Meget snart søger Ungen tilbunds og udvælger sig her en eller anden liden forladt Konkylie, hvori den

anbringer sin Bagkrop, der saa hurtigt antager en Spiral-dreiet Form, taber sin Segmentation og tillige Størsteparten af sine Lemmer, med andre Ord antager det for det voxne Dyr karakteristiske Udseende.

Eupagurus pubescens, (Krøyer).

(Tab. 2, Fig. 29).

Ligesaa almindelig som Larverne af *E. bernhardus* er Syd paa Landet, er Larverne af denne høinordiske Art ved hele Finmarkens Kyst, og jeg har under mine Reiser heroppe havt rig Anledning til at forfølge Udviklingen ogsaa hos denne Art, men finder det tilstrækkeligt her kun at levere en Figur af et af Larvestadierne, det sidste før Forvandlingen til Ungdomsformen.

Som det vil sees af hosføiede Fig. 29, ligner Larven meget samme af *E. bernhardus* (sml. Fig. 15), dog med enkelte vel udprægede mindre Afvigelser, der gjør det let at skille begge i alle Udviklingstrin. Den er ikke ubetydelig større, idet den i sidste Stadium opnaar en Længde, fra Spidsen af Pandehornet til Enden af Halepladen, af $9\frac{1}{2}$ mm., og kjendes desuden strax ved en kjendelig robustere Kropsform, forholdsvis kortere Pandehorn og Haleplade, samt ved de stærkere uddragne bagre Sidehjørner af Rygskjoldet, ligesom ogsaa de laterale Torner paa næstsidste Bagkropssegment er stærkere forlængede. Endelig er Øinene i dette Stadium forholdsvis tykkere, eller mere udvidede i Enden.

Legemet er, som hos Larven af foregaaende Art i høj Grad gjennemsigtigt, men med et mere udbredt, vakkert lyserødt, diffust Pigment, der vistnok er mest intensivt i

Mundregionen, men ogsaa forefindes paa andre Steder, saaledes paa Siderne af Rygskjoldet og omkring Endepartiet af Tarmen. I det indre af Forkroppen bemærkes konstant en Ansamling af store klare og stærkt lysbrydende Oljeblærer, som jeg ikke har observeret hos Larverne af foregaaende Art.

Gen. *Spiropagurus*, Stimpson.

(Tab. 3).

Denne af Stimpson opstillede Slægt er blandt andet karakteriseret derved, at der hos Hannen paa venstre Fod af næstsidste Par findes ved Basis et eiendommeligt, mere eller mindre i en Spiral dreiet Vedhæng (se Fig. 28), som ganske mangler hos Hannerne af af Sl. *Eupagurus*. Den nøiere Undersøgelse af vore indenlandske Pagurider har nu vist, at ikke mindre end 3 af dem hører ind under nærværende Slægt, nemlig *P. lævis* Thomps., *P. chiroacanthus* Lilljeb., og *P. Forbesii* Bell¹⁾. Af disse 3 Arter har jeg havt Anledning til at undersøge Udviklingen hos de 2 sidste og fundet, at ogsaa de til denne Slægt hørende Larver viser vel udprægede Differentser fra samme af Slægten *Eupagurus*, hvad der vil fremgaa af den følgende Fremstilling af Larveudviklingen hos den ene af Arterne:

Spiropagurus chiroacanthus, Lilljeb.

(Tab. 3).

Fig. 1, 2 fremstiller den *netop udklækkede*, og endnu med sin Embryonalhud forsynede Larve. Den har kun en Længde i fuldt udstrakt Tilstand af 1¹/₂ mm og viser

¹⁾ Denne sidste Art, der ikke er ualmindelig ved vor Sydkyst, er ny for Norges Fauna.

strax en udpræget Eiendommelighed i Formen af Halepladen, der, istedetfor som hos Larven af foregaaende Slægt at være indskaaret bagtil, er omvendt stærkt, næsten vinkelformigt udbugtet i Midten.

Efterat Embryonalhuden er afkastet, optræder det *1ste frie Larvestadium* under den Fig. 3 og 4 fremstillede Skikkelse.

Sammenlignet med det tilsvarende Stadium af *Eupagurus*, er Legemet kjendelig kortere og mere undersætsigt. Rygskjoldet er af oval Form, med de bagre Sidehjørner udtrukne i en hageformigt nedadkrummet skarp Spids og Pandehornet forholdsvis kort. Bagkroppen er cylindrisk og temmelig slank, dog paa langt nær ikke i den Grad som hos Larven af foregaaende Slægt, og bestaar af det samme Antal Segmenter. Totallængden er i dette Stadium ikke fuldt 2 mm.

Øinene er af enorm Størrelse, stærkt udvidede mod Enden og noget fladtrykte, med den facetterede Del af elliptisk Form. Det enkle Øie forholder sig som hos foregaaende Slægt.

1ste Par Følere (Fig. 5) skiller sig neppe synderligt fra samme hos det tilsvarende Stadium af *Eupagurus*.

Derimod viser 2det Par Følere (Fig. 6) vel udprægede Forskjelligheder. Den fra Basaldelen indad udgaaende Fortsats, der repræsenterer Svøben, er her nemlig meget liden og af smal cylindrisk Form, samt forsynet paa den tvært afkattede Ende med 2 stærke Fjærbørster, hvoraf intet Spor var at se hos Larven af *Eupagurus*. Bladet er ligeledes forholdsvis kjendelig kortere og bredere, samt stærkt udadbøiet. Dets ydre Hjørne gaar ud i en tynd tornformig Fortsats, og til den indre, stærkt konvexe Kant er fæstet en Rad af 10 Fjærbørster, hvoraf de yderste er stærkt sammentrængte og udadkrummede. Ved Enden af Basaldelen findes paa den nedre Side en cilieret Torn.

Over- og Underlæbe (Fig. 7, 9) viser den sædvanlige Bygning; dog er den første forholdsvis større og mere fremspringende end hos Larven af *Eupagurus* (se ogsaa Fig. 3).

Ogsaa Kindbakkerne har et lignende Udseende, men skiller sig noget i Tyggerandens Bevægning (Fig. 8).

1ste Par Kjæver (Fig. 10) har den ydre Tyggelap meget stærkt fremspringende og kløftet til 2 tornformige, i den ene Kant grovt cilierede Fortsatser. Palpen er forholdsvis svagere udviklet end hos Larven af *Eupagurus*, men forøvrigt af en lignende Bygning.

2det Par Kjæver (Fig. 11) skiller sig væsentlig kun derved, at Exognathen er forholdsvis noget større og har en Børste flere i den ydre Kant.

De 2 forreste Par Kjævefødder (Fig. 12, 13) har ligeledes et meget lignende Udseende; dog synes Exopoditen her, i Forhold til Endopoditen, at være noget stærkere udviklet.

3die Par Kjævefødder (Fig. 14) er ogsaa her ganske rudimentære, kun forestillende et Par meget smaa, af 2 Segmenter bestaaende Appendices, der er slaaede ind mod Bugsiden, og bag dem er der endnu intetsomhelst Spor at opdage af de egentlige Fødder.

Bagkroppens Segmenter er ligeledes uden ethvert Spor af Lemmer og har hvert den bagre Rand paa Rygsiden delt i 2 smaa tiltrykte tandformige Fremspring (se Fig. 15).

Halepladen (Fig. 15), der endnu i sig indbefatter sidste Bagkropssegment, er meget bred, spadeformigt udvidet i Enden, og har Bagkanten stærkt udbuet, uden noget Spor af det hos Larverne af foregaaende Slægt i dette Stadium tydelige mediane Indsnit. Langs denne Kant findes ialt 12 børsteformige Vedhæng, hvoraf dog det yderste er meget kort, tornformigt og uden Cilier, hvorimod de øvrige er tæt cilierede i begge Kanter. Som hos Larven af foregaa-

ende Slægt er den 3die Børste, regnet udenfra, den længste, men er her tydeligt afsat fra Halepladen, ikke som hos hin, en umiddelbar Forlængelse af samme. De 2 midterste Børster er de korteste og skilte ved et længere Mellemrum. Endelig sees ogsaa her ved stærk Forstørrelse mellem de 2 yderste Vedhæng en særdeles liden og fin, ucilieret Børste.

Legemet er temmelig gjennemsigtigt, dog i mindre Grad end hos Larven af *Eupagurus bernhardus*, med et brungult, diffust Pigment i Mundregionen og et Par stjerneformigt forgrenede Pigmentpletter af en lignende Farve paa hver Side af Rygskjoldet. Ved Roden af Halepladen findes ligeledes et gulbrunt Pigment, der omgiver Endepartiet af Tarmen. Øiepigmentet, der som sædvanlig kun indtager den centrale Del af Øiegloben, er af mørkebrun Farve, med et meget iøinefaldende guldglimdende Skjær i det bagre Parti. I det Indre af Forkroppen sees endnu en liden Rest af Blommemassen som en brungul opak Ansamling, og lige nedenunder Hjertet findes en lignende svovelgul Pigmentplet som hos Larven af *Eupagurus*.

Sidste Larvestadium (Fig. 16, 17) har en Længde af noget over 3 mm. Formen synes endnu kortere og plumpere end i 1ste Stadium, og navnlig er Forkroppen stærkt opblæst, ligesom Rygskjoldet er forholdsvis dybere og bredere bagtil.

Øinene er nu frit bevægelige, forholdsvis noget mindre end i 1ste Stadium, og skilte i Midten ved et tydeligt Mellemrum.

1ste Par Følere (Fig. 18) er af ualmindelig plump Form og paa Midten meget stærkt, næsten albuformigt bøiede. De bestaar nu, som i det tilsvarende Stadium af *Eupagurus*, af Skaft og 2 korte, enleddede Svøber. I det indre af Skaftet sees den begyndende Segmentering i 3 Led, hvoraf det yderste er størst. Af Svøberne er som

sædvanlig den ydre størst og forsynet med knippevis ordnede klare, baandformige Sandsevedhæng, medens den indre kun har Formen af en simpel konisk Fortsats. Tæt indenfor den udgaar fra Enden af Skaftet en stærk, fortilrettet Fjærbørste, som ogsaa sees paa disse Følere i 1ste Stadium (se Fig. 5).

2det Par Følere (Fig. 19) har Bladet og Basaldelen omtrent uforandrede, hvorimod Svøben har betydeligt tiltaget i Volum, saa at den nu rager frem langt foran Enden af Bladet. Den er af betydelig Tykkelse, næsten fingerformig, og tydeligt afsnøret fra Basaldelen. Endelig gaar Enden ud i en konisk Spids og mangler ganske de i 1ste Stadium her fæstede 2 Fjærbørster. I det indre af Svøben bemærkes tydeligt den begyndende Segmentering og Sønndring i Skaft og Endesnært.

De 2 Par Kjæver (Fig. 20, 21) har undergaaet lignende Forandringer som dem, der allerede er beskrevne hos Larven af *Eupagurus*. Dog er Antallet af Torner paa 1ste Par Kjævers ydre Tyggelap mindre.

De 2 forreste Par Kjævefødder har neppe forandret sig synderligt.

Derimod er 3die Par Kjævefødder (Fig. 22) betydelig stærkere udviklede end i 1ste Stadium og bestaar nu af alle 3 Hoveddele. Endopoditen er temmelig stor, fingerformig og uden Børster, hvorimod i dens indre en tydelig Segmentering er bemærkelig. Exopoditen er udviklet til et kraftigt Svømmeredskab, som samvirker med dem paa de 2 foregaaende Par.

De egentlige Fødder (Fig. 23) er alle tydeligt anlagte og allerede af temmelig betydelig Størrelse, skjøndt endnu ubevægelige og slaaede ind under Bugen (se Fig. 17). 1ste Par er stærkt opsvulmede mod Enden, der gaar ud i 2 fingerformige Fortsatser, og høire Fod er allerede betydelig større end venstre.

Af Bagkropssegmenterne er her kun 3 forsynede med Buglemmer, idet næstsidste, uligt hvad Tilfældet er hos Larven af *Eupagurus*, ganske og aldeles mangler saadanne. Det 3die Par (Fig. 25) er simpelt koniske, medens de 2 foregaaende Par (Fig. 24) allerede har 2 tydelige, uligestore Endeplader. Sidste Par Bagkropslemmer, eller de ydre Halevedhæng (se Fig. 26), har som hos det tilsvarende Stadium af *Eupagurus*, en vel udviklet lancetformig ydre Endeplade, der i Inderkanten er forsynet med 6 cilierede Børster, og ender med en stærk tornformig Fortsats. Den indre Plade er derimod endnu ikke udviklet og kun repræsenteret af en ubetydelig, med en enkelt Børste forsynet Fortsats af Basaldelen.

Den midterste Haleplade, eller Telson (Fig. 26), er betydelig kortere og bredere end hos det tilsvarende Stadium af *Eupagurus* og rager kun lidet ud over de sammenlagte ydre Halevedhæng. Den udvides successivt mod Enden og har Bagkanten mindre udbuet end i 1ste Stadium. Antallet af bølsteformige Vedhæng er det samme som hos Larven af *Eupagurus*, og det 3die, regnet udenfra, har nu ogsaa her antaget Formen af en umiddelbar Forlængelse af Halepladen, men er betydelig kortere, saa at den endog overrages af de tilgrændsende Børster.

Farven er omtrent som i 1ste Stadium, dog med den Forskjel, at de stjerneformige Pigmentpletter paa Siderne af Rygskjoldet nu har opløst sig til en jevn gulagtig Skatting. Ogsaa de egentlige Fødder er af en lignende gulagtig Farve.

1ste Ungdomsstadium (Fig 27), som jeg ligeledes gjentagne Gange, ved at holde Larverne levende i Glasskaale, har seet udvikle sig ved en enkelt Hudskiftning af foregaaende Stadium, har kun en Længde af lidt over $2\frac{1}{2}$ mm. og er altsaa betydelig mindre end det tilsvarende Stadium af *Eupagurus bernhardus*. Forøvrigt viser det et meget

lignende Udseende, dog med enkelte konstante mindre Forskjelligheder. Saaledes er her Forskjellen i Størrelse mellem de 2 Gribefodder betydelig stærkere udpræget; Øinene har en noget forskjellig Form; endelig er det midterste Halevedhæng eller Telson jævnt afrundet i Enden, ikke som hos *Eupagurus* tvært afkuttet. Legemet er klart og gjennemsigtigt, men overalt forsynet med et diffust gult Pigment i Form af smaa Pletter og Skatteringer.

Spiropagurus Forbesii, (Bell).

Larveudviklingen af denne Art stemmer ganske overens med samme hos *S. chiroacanthus* og viser fuldkommen lignende Afvigelser fra *Eupagurus*, som allerede for hin Art omtalt, hvorfor jeg heller ikke anser det fornødent at levere nogen Afbildninger af samme. Man kan imidlertid temmelig let i alle Stadier kjende Larverne af den her omhandlede Art fra dem af *S. chiroacanthus*. De er nemlig kjendelig større og har forholdsvis kortere Pandehorn og mindre stærkt udbuet Haleplade, ligesom næstsidste Bagkropssegment til hver Side gaar ud i en temmelig stærk, bagudrettet Torn. Endelig er Farvetegningen ganske karakteristisk. Hos alle Larver er der nemlig en meget iøjnefaldende forgrenet mørkebrun, med gult indblandet Pigmentplet fortil paa hver af Øiestilkene og en anden mindre ved Basis af Pandehornet; fremdeles har ethvert af de 2 sidste Bagkropssegmenter bagtil et temmelig bredt Tværbaand af en lignende Farve. Jeg har kun observeret Larven af denne Art paa en enkelt Lokalitet, nemlig ved Mærdø udenfor Arendal, hvor ogsaa det voxne Dyr indsamledes.

Gen. *Galathodes*, M.-Edwards.

(Tab. 4).

Denne af A. Milne-Edwards opstillede Slægt, der rimeligvis er identisk med Sl. *Munidopsis* Whiteaves, er hos os kun repræsenteret af en enkelt Art, *G. tridentatus* (Esmark), som før ialmindelighed har været henført til Sl. *Galathea*, men som jeg i min Oversigt over Norges Crustaceer fandt at burde stille ind under ovennævnte Slægt. Allerede længe har jeg haft en Formodning om, at Udviklingen af denne Form maatte skille sig fra samme af Sl. *Galathea*, da de under Hunnens Bagkrop fæstede Æg er af en ganske ualmindelig Størrelse og derfor ogsaa meget faa i Antal; noget der ogsaa er observeret hos de øvrige bekjendte Arter af Slægten. Jeg er nu saa heldig at kunne med Sikkerhed godtgjøre Rigtigheden af denne Formodning, da jeg har haft Anledning til at studere Larveudviklingen hos vor nordiske Form temmelig fuldstændigt. Udviklingen er i Virkeligheden meget ulig samme hos *Galathea*, ja skiller sig i visse Henseender meget væsentligt fra samme hos alle øvrige bekjendte Anomurer. Det er en stærkt forkortet Metamorphose, selv mere sammen draget end den ovenfor hos *Lithodes* beskrevne.

Den netop udklækkede, og endnu med sin Embryonalhud forsynede Larve (Fig. 1, 2), har en Længde i fuldt udstrakt Tilstand af omtrent 6 mm. Kropsformen er idethele temmelig plump, med Forkroppen stærkt opsvulmet og fyldt med en anselig rødgul Blommemasse. Rygskjoldet er stærkt hvælvet oventil og gaar fortil ud i en bred tungeformig Pandeplade, der dog endnu er ombøiet mod Bugsiden. Fra de forreste Sidehjørner udgaar en smal og noget bugtet tornformig Fortsats. De nedre Kanter af Rygskjoldet er jævnt buformigt boiede og overgaar uden nogen Vinkel i de bagre; i saagodtsom sin hele Længde er disse frie

Kanter af Rygskjoldet fryndsede med en tæt Rad af spidst udtrukne Fliger eller tornformige Fremspring (se Fig. 3). Bagtil i Midten har Rygskjoldet en ganske jevn, afrundet Indbugtning. Bagkroppen er af cylindrisk Form og delt i 6 vel markerede Segmenter, hvoraf dog det sidste endnu gaar i et med Halepladen; næstsidste Segment har til hver Side et lidet bagudrettet tornformigt Fremspring.

Øinene er, uligt hvad Tilfældet pleier at være med Decapodelarver, meget smaa og rudimentære, næsten ganske skjulte under Pandepladens Rod, og forsynede med et bleggult Pigment, ligesom hos det voxne Dyr. De er vel adskilte i Midten, og i Mellemrummet mellem dem sees det sædvanlige punktformige saakaldte Larveøie.

Alle Forkropslemmer er, som hos Larven af *Lithodes*, tydeligt anlagte, og selv de 4 midterste Bagkropssegmenter har allerede i dette Stadium tydelige Rudimenter af Buglemmer.

Halepladen er særdeles bred, spadeformig og noget indskaaret i Midten, samt forsynet i Bagkanten med et ualmindelig stort Antal af børsteformige Vedhæng, næsten alle af ens Udseende.

Efterat Embryonall huden er afkastet, bevæger Larven sig, som sædvanlig, om i Vandet ved Hjælp af de nu med stærke Svømmebørster forsynede Exopoditer paa de 2 forreste Par Kjævefødder. Nogen meget væsentlig Forandring er forøvrigt ikke indtraadt, hverken i Kropsformen eller Bygningen af de forskellige Lemmer. Dog er Pandepladen nu rettet ud fra sin ombøiede Stilling og viser sig (sml. Fig. 16) af smal tungedannet Form, med Kanterne tæt fryndsede med lignende tornformige Flige som paa Rygskjoldets frie Kanter og med et spidst tandformigt Fremspring i Enden. De fra de forreste Sidehjørner af Rygskjoldet udgaaende Fortsatser er af betydelig Længde, skraat fortilrettede og sylformigt tilspidsede, og ogsaa de paa

næstsidste Bagkropssegment forekommende Sidetorner er større end hos den nys udklækkede Larve (se Fig. 15).

Øinene er af samme rudimentære Beskaffenhed som hos denne.

1ste Par Følere (Fig. 4) bestaar af et cylindrisk Skaft, i hvis indre en begyndende Segmentering i 3 Led er bemærkelig, og 2 korte, enleddede Svøber. Af disse sidste er den ydre som sædvanlig størst og forsynet med flere Knipper af baandformige Sandsevedhæng; den indre er neppe halvt saa stor, simpel konisk og forsynet i Spidsen med en enkelt cilieret Børste. En stærk, fortilrettet Fjærbørste udgaar fra Enden af Skaftet, tæt indenfor denne Svøbe.

2det Par Følere (Fig. 5) har Basaldelen vel afgrændset, saavel fra Svøben som Bladet. Dette sidste er forholdsvis stort og bredt, af oval Form, med den ydre Kant glat og lige, den indre stærkt udbuet og Enden noget skraat afrundet. Det bærer langs Iderkanten og ved Spidsen ialt 14 stærke Fjærbørster, og har det ydre Hjørne udtrukket i en lang og spids, tornformig Fortsats. Svøben er meget smal, kjendelig kortere end Bladet, og bærer i Spidsen 2 cilierede Børster. Ved dens Rod udgaar fra Basaldelen en ualmindelig lang og tynd, fortilrettet Torn.

Munddelene er alle ufuldstændigt udviklede og synes ikke at kunne fungere som Tyggeredskaber, da de baade kun er svagt chitiniserede og desuden ganske mangler enhver Bevægning af Tænder eller Børster paa den mod Munden vendte Side. Deres Bygning nærmer sig forøvrigt til samme hos det voxne Dyr.

Overlæben er meget liden og rager neppe ud over Rygskjoldets nedre Kant. Underlæben er ogsaa af ringe Størrelse, skjønt af sædvanligt Ueseende.

Kindbakkerne (Fig. 6) har en fuldstændig simpel, udeelt Tyggerand og er allerede forsynede med en temmelig stor, skjønt endnu uleddet Palpe.

1ste Par Kjæver (Fig 7) har ligeledes begge Tyggelappe ubevæbnede og afrundede i Enden. Palpen danner en uleddet, smalt konisk Fortsats, der udspringer temmelig høit oppe og har en enkelt Børste i Spidsen.

2det Par Kjæver (Fig 8) viser 2 meget smaa, tvedelte Tyggelappe, uden enhver Bevæbning, og en uleddet Palpe af et lignende Udseende som paa 1ste Par. Exognathen er derimod vel udviklet og forholdsvis meget stor, dannende en næsten halvmaaneformig Plade, besat i Kanterne med et betydeligt Antal (omkring 30) stærke Fjærbørster, hvoraf de paa den bagre Forlængelse fæstede er noget mindre sammentrængte og ogsaa af mere ulige Størrelse.

De 2 forreste Par Kjævefødder (Fig. 9, 10) har som sædvanlig en temmelig stor 2-leddet Basaldel, til hvis ydre Hjørne en vel udviklet Exopodit eller Svømmegren er fæstet. Derimod udmærker Endopoditen paa begge Par sig i høi Grad ved sin ringe Størrelse og rudimentære Beskaffenhed. Den er paa begge Par 4-leddet og kun forsynet med et meget ringe Antal af yderst smaa Børster. Paa 1ste Par er den betydelig smalere end paa 2det, men har 2 Børster flere, nemlig ialt 4, hvoraf de 3 er fæstede til sidste Led (se Fig. 9a). Paa 2det Par findes kun 2 Børster, en paa hvert af de ydre Led. Ogsaa denne rudimentære Beskaffenhed af Kjæveføddernes Endopoditer tyder paa, at Larven slet ikke tager Næring til sig.

3die Par Kjævefødder (Fig. 11) bestaar af de samme 3 Hoveddele som paa de 2 foregaaende Par. Men Exopoditen er endnu ikke traadt i Funktion som Svømmeapparat, idet den kun danner en simpel, cylindrisk, børsteløs Stamme. Endopoditen har allerede naaet en anelig Størrelse og er delt i 4 utydeligt begrænsede Segmenter. Den mangler forøvrigt, som hos andre Decapodelarver, ethvert Spor af nogen Bevæbning. Ved Basis af dette Kjæveføddpar, lige-

som af de efterfølgende Lemmer; har allerede Gjellerne udviklet sig som 2 smaa afrundede Lappe.

De egentlige Fødder er vistnok endnu smaa og slaaede ind under Bugsiden, men deres karakteristiske Form allerede kjendeligt antydet.

1ste Fodpar eller Gribefødderne (Fig. 12) er adskilligt større og plumpere end de øvrige og ender med en tydelig og temmelig stor Sax, med butte Fingre.

De 3 følgende Par, de egentlige Gangfødder (Fig. 13), er omtrent af samme Længde som 1ste Par, men betydelig smalere og koniskt tilløbende. I deres indre sees, ligesom paa 1ste Par en meget udpræget Segmentering

Sidste Fodpar (Fig. 14) er meget lidet og ligger skjult indenfor de foregaaende. Det viser allerede den for Slægten karakteristiske Bygning, idet det ender med en liden tydelig Sax. Ogsaa her sees den begyndende Segmentering tydeligt.

Bagkroppens Buglemmer viser omtrent samme rudimentære Udseende som hos den nys udklækkede Larve.

Halepladen (Fig. 15) har ogsaa et meget lignende Udseende, alene med den Forskjel, at det mediane Indsnit er kortere, hvorved Bagkanten næsten bliver lige. Man tæller til hver Side af den mediane Indbugtning ikke mindre end 14 fint cilierede børsteformige Vedhæng, hvoraf dog det yderste er ganske kort. Af de øvrige er, som sædvanlig, det 3die, regnet udenfra, det største og er mindre skarpt afsat fra Halepladen. Imellem disse Vedhæng sees endvidere ved stærk Forstørrelse paa hver Sidelap 4 yderst smaa og tandre Børster, fæstede til Bagkanten med bestemte Mellemrum. Den yderste af dem har sin Plads ved Basis af 2det Vedhæng, udenfra regnet, og gjenfindes ogsaa hos andre Decapodelarver; de øvrige findes omtrent i Midten af Sidelappernes Bagkant.

I et betydelig videre fremskredet Stadium, der rimeligvis

er det sidste i Larvelivet, har Dyret en Længde af 7 mm., og viser det Udseende, som er fremstillet Fig. 16 og 17. Legemets Form er i alt væsentligt den samme som i foregaaende Stadium, og de Forandringer, som er foregaaet, gjælder væsentligt kun de forskellige Lemmer. Endnu sees i det indre af Forkroppen en anselig gulrød Blommemasse, der bagtil for en stor Del er opløst i store klare Oljeblærer.

Øinene har fremdeles bibeholdt sit rudimentære Udseende og er for en stor Del skjulte under Basis af Pandepladen.

1ste Par Følere (Fig. 18) har nu tilnærmelsesvis antaget sin definitive Form. Skaftet bestaar af 3 skarpt begrændsede Led, hvoraf det 1ste er størst, og den ydre Svøbe er udtrukket til en tynd, med en fin Børste i Spidsen forsynet Endesnært. Den indre Svøbe er endnu simpel, uleddet og ganske kort, men har mistet den apicale Børste.

2det Par Følere (Fig. 19) skiller sig væsentlig kun derved, at Svøben er betydelig tiltaget i Størrelse, saa at den nu kjendelig overrager Bladet. Ved Basis har der afsnøret sig et kort Segment, der repræsenterer Skaftet; Endedelen er fremdeles uleddet og har mistet de 2 cilierede Endebørster, i hvis Sted der kun findes en yderst liden tilbagebøiet, ucilieret Haarbørste (se Fig. 19a).

Munddelene har kun lidet forandret sig, og deres Tyggede er fremdeles ubevæbnede, hvorfor de heller ikke i dette Stadium synes at være traadte i Funktion. Paa Kindbakkerne (se Fig. 20) har Palpen forlænget sig noget og afsnørt sig i 3, dog endnu mindre tydeligt begrændsede Led.

Ogsaa paa 1ste Par Kjæver (Fig. 21) er det væsentlig kun Palpen, der har undergaaet nogen Forandring. Den er noget stærkere forlænget og synes ogsaa rykket længere

bort fra Enden af den ydre Tyggelap; istedetfor en enkelt har den nu 2 fine Børster i Spidsen.

2det Par Kjæver (Fig. 22) har Exognathen noget forandret i Form og forsynet med et større Antal af Fjærbørster, navnlig paa den bagre Forlængelse.

De to forreste Kjævefødder (Fig. 23, 24) er neppe syn-derlig forandrede i Udseende. Endopoditen (Fig. 23 a, 24 a) viser det samme rudimentære Udseende som hos foregaaende Stadium. Exopoditen har faaet 1 Par Svømmebørster flere.

3die Par Kjævefødder (Fig. 25) skiller sig noget mere, idet baade Endo- og Exopoditen er betydelig stærkere udviklede end hos foregaaende Stadium. Den første bestaar nu af 5 tydeligt begrændsede Led, og den sidste viser en Bygning fuldkommen overensstemmende med Exopoditerne paa de 2 foregaaende Par, hvem den understøtter under Dyrets Svømmebevægelser.

De egentlige Fødder (se Fig. 17) er, skjøndt fremdeles slaaede ind under Bugen, adskilligt fremskredne i sin Udvikling og alle nu tydeligt segmenterede. Saxen paa 1ste Par (Fig. 26) er temmelig stor, men har Fingrene endnu butte i Spidsen, og er uden enhver Bevæbning. Ogsaa de følgende Par (Fig. 27, 28) er ganske nøgne og kun meget svagt chitiniserede, skjøndt de viser alle sine Led tydeligt sondrede.

Bagkroppens Buglemmer (se Fig. 17) har betydelig tiltaget i Størrelse og er allerede sondrede i en Basal- del og 2 uligestore Endeplader (Fig. 29). De er imidlertid endnu ubevægelige og mangler ethvert Spor af Børster.

Ved Enden af sidste Bagkropssegment, der nu er tydeligt sondret fra Halepladen, har endvidere udviklet sig et Par tvegrenede Lemmer, der forestiller de ydre Halevedhæng (se Fig. 30). Disse Lemmer er imidlertid, sammenlignet med andre Decapodelarver, meget smaa og skjules

delvis af Halepladens Rod. De bestaar hver af en kort Basaldel og 2 Endeplader, hvoraf den ydre er noget større end den indre. Til den bredt afrundede Spids af den første er fæstet en Rad af cilierede Børster og det ydre Hjørne er udtrukket i et meget kort tandformigt Frem-spring. Den indre Plade er af oval eller elliptisk Form og har Kanterne delt i flere korte Afsatser, men mangler endnu ethvert Spor af Børster.

Halepladen (ibid.) har bibeholdt sin brede, spadedannede Form, og ogsaa Bevæbningen er i det væsentlige uforandret, alene med den Forskjel, at 1ste og 3die Vedhæng paa hver Side har mere antaget Karakteren af tornformige Forlængelser af selve Halepladen.

Larvens Legeme er i levende Tilstand temmelig gennem-sigtigt, af bleg gulagtig Farve, med rødgul gennemskinnende Blommemasse. Den bevæger sig paa en temmelig kluntet Maade og ligger ofte stille paa Bunden, med Halen slaaet ind under Bugen. De af mig indsamlede frie Larver toges sammen med voxne Individer af nærværende Art ved Mosterhavn mellem *Lophelia prolifera* fra et Dyb af 80—100 Favne.

Det mest karakteristiske Træk ved den ovenbeskrevne Udvikling er utvivlsomt, den eiendommelige rudimentære Beskaffenhed af Munddelene, hvad der synes at tyde paa, at Dyret under hele Larvelivet ikke tager Næring til sig, men alene tærer paa den i Forkroppen ophobede betydelige Rest af Blommemassen.

Det yngste *Ungdomsstadium*, jeg har fundet, er fremstillet Fig. 31. Da Legemets Størrelse ikke synderligt overgaar samme hos det ovenbeskrevne sidste Larvestadium, antager jeg, at der ikke kan ligge mange Hudskiftninger mellem begge. Maaske repræsenterer det i Virkeligheden 1ste Ungdomsstadium. Der er ingen Vanskelighed forbunden med i det at gjenkjende en ung *Galathodes tridentatus*.

Navnlig er det oventil forholdsvis glatte Rygskjold og de rudimentære, blegt farvede Øine karakteristiske og ubedragelige Kjendemærker. Pandehornet gaar ogsaa her ud i 3 Takker, men har Sidekanterne forholdsvis mere udbuede og bevæbnede i sin hele Længde med fine Saugtakker, som ganske mangler hos det voxne Dyr. Denne eiendommelige Bevæbning synes ganske at svare til den korte Karakteristik, som er givet af Prof. Lovén over hans Art, *Galathea serrata*, og jeg anser det derfor for høist sandsynligt, at denne Art er grundet paa ganske unge Exemplarer af *Galathodes tridentatus* (Esmark), Skulde dette ved en nøiere Undersøgelse af Lovén's Typeexemplar bekræfte sig, bør vel Lovén's Artsbenævnelse, som den langt ældre, foretrakkes for den af Esmark foreslaaede.

Gen. *Galathea*, Fabr.

(Tab. 5).

Da Larver af denne Slægt er yderst almindelige og saagodtsom til alle Aarstider forefindes, har de ogsaa oftere været undersøgte og tildels beskrevne, uden at det dog altid har lykkets vedkommende Forskere at faa sikkert bestemt, fra hvilken voxen Crustaceform de stammer. Den, som tidligst har beskrevet en herhen hørende Larve, er utvivlsomt H. Rathes¹⁾. Han har imidlertid urigtigt bestemt den som Larven af en Eremitkrebs (*Eupagurus*), og denne Feiltagelse er senere af andre Forskere bleven vedligeholdt, idet Copier af Rathes Figurer endnu stadigt sees at figurere i de forskjellige zoologiske Lærebøger som *Eupagurus*-Larver. Vistnok er der en vis Lighed mellem

¹⁾ Neueste Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. III. 4.

begge Slags Larver; men det er ingenlunde vanskeligt at kjende dem ud fra hinanden. Navnlig er den eiendommelige Bevæbning af Rygskjoldets bagre Sidelappe i alle Stadier meget karakteristisk for *Galathea*-Larverne ligeoverfor dem af *Eupagurus* og *Spiropagurus*, hos hvem en saadan Bevæbning altid mangler. Hos mere fremrykkede Larvestadier vil desuden en nøiere Undersøgelse af de bagved Kjævefødderne anlagte Lemmer, de egentlige Fødder, strax vise, hvorvidt man har en *Galathea*-Larve eller en *Eupagurus*-Larve for sig. Den af Claus i sit Arbeide: »Zur Kenntniss der Malacostrakenlarven« nøiere beskrevne og Tab. II, Fig. VIII—XIX afbildede Larveform hører utvivlsomt herhen og ikke, som Claus formoder, til Slægten *Dromia*.

Jeg har havt Anledning til at undersøge Larverne af 3 af vore *Galathea*-Arter, nemlig *G. squamifera*, *nexa* og *intermedia*. Hos alle disse 3 Arter er Udviklingen i alt væsentligt den samme, om det end lader sig gjøre ved en nøiere Undersøgelse at bestemme Larverne af enhver af disse Arter. Paa den hosføiede Planche er udvalgt Figurer henhørende til alle 3 Arter.

Den nys udklækkede Larve er som sædvanlig endnu omgivet af Embryonalhuden, der delvis maskerer de for *Galathea*-Larverne karakteristiske Mærker, saa at den i dette Stadium er mindre let at kjende fra en *Eupagurus*-Larve. Halepladen (Fig. 1) er dybt kløftet i Midten og har i Bagkanten, til hver Side af det mediane Indsnit, 7 tykke, fingerformige Fortsatser, der er fint cilierede i Kanterne, og hvoraf de 2 yderste er kortest. I dens indre sees den nydannede Haleplade med sine fra samme skarpt afsatte Torner, der rager mere eller mindre langt ind i de omtalte Fortsatser, medens Roden, eller Kimen, lader sig forfølge dybt ind i Halepladens Substans.

Efterat Embryonalhuden er afkastet, hvad der sker

meget kort Tid efter Udklækningen, fremtræder strax de for Galathea-Larverne karakteristiske Eiendommeligheder. Den bevæger sig nu raskt omkring i Vandet ved Hjælp af de stærkt udviklede Exopoditer paa de 2 forreste Par Kjævefødder.

Larven af *Galathea nexa* (Fig. 2, 3) er i dette Stadium omtrent $2\frac{1}{2}$ mm. lang, ganske gjennemsigtig, med et vak-kert karminrødt Pigment i Mundregionen og langs For-kroppens Bugside; et lignende diffust Pigment omgiver ogsaa det yderste Parti af Tarmen.

Legemet Form er idethele temmelig kort og under-sætsig, ialfald i Sammenligning med det tilsvarende Stadium hos *Eupagurus*. Rygskjoldet er forholdsvis kort og skyder fortil i Midten ud i et spidst, ved Basis noget pladeformigt udvidet Pandehorn, der er længere end Rygskjoldet og i den ydre Del forsynet med smaa tiltrykte Torner. De forreste Sidehjørner af Rygskjoldet er lige under Øinene indtrukne til en spids Vinkel. Bagtil er Rygskjoldet i Midten dybt udrandet, og enhver af Sidefligene danner en temmelig bred triangulær Plade, der rækker ud over 3die Bagkropssegment, og ender med en stærk tornformig Fortsats. Til hver Side af denne Fortsats er de frie Kanter bevæbnede med en regelmæssig Rad af stærke Saugtakker eller Torner, der lidt efter lidt aftager i Størrelse og ikke fortsætter sig langs de ventrale Kanter af Rygskjoldet. Bagkroppen er af den sædvanlige cylindriske Form og delt i 6 Segmenter, hvoraf det sidste gaar i et med Halepladen. Ethvert af de 4 midterste Segmenter har den bagre Kant oventil delt i 6—8 smaa tandformige Fremspring, og fra næstsidste Segment udgaar til hver Side en stærkere, bagudrettet tornformig Fortsats.

Øinene er af enorm Størrelse, med den ydre facetterede Del af elliptisk Form, dog noget smalere fortil. Øiepig-mentet indtager, som sædvanlig, en forholdsvis liden Del

af Øiegloben og er af mørk Farve med et skiftende regnbufarvet Skjær bagtil. Det enkle Øie sees i Midtlinien mellem Roden af de endnu fuldstændig ubevægelige sammensatte Øine i Form af en liden sort Pigmentplet.

1ste Par Følere (Fig. 5) er omtrent af Pandehornets halve Længde og bestaar endnu kun af en simpel cylindrisk-konisk Stamme, der i Spidsen bærer et Par baandformige Sandsevedhæng, foruden nogle simple Børster, samt i den indre Kant nær Enden en stærk, fortilrettet Fjærbørste.

2det Par Følere (Fig. 6) har Basaldelen ganske smal og paa Undersiden bevæbnet med en stærk, cilieret Torn. Indad gaar den ud i en smal cylindrisk Proces, der forestiller Svøben og i Spidsen er forsynet med en enkelt Fjærbørste og et meget lidet tandformigt Fremspring. Bladet er af betydelig Størrelse, mere end dobbelt saa langt som Svøben, og temmelig smalt, med den største Bredde paa Midten. Langs Iderkanten findes en Rad af omkring 9 stærke Fjærbørster, og Enden af Bladet er udtrukken i en lang tornformig Fortsats, fint tandet i Spidsen. Længden af denne Fortsats er forøvrigt noget ulige hos de forskellige Arter, længst hos Larverne af *G. squamifera*, kortest hos dem af *G. intermedia* (sml. Fig. 19).

Munddelene ligner idethele temmelig samme hos Larven af *Eupagurus* og *Spiropagurus*, dog med enkelte karakteristiske Afvigelser.

Overlæben (Fig. 7), Underlæben (Fig. 8) og Kindbakkerne (Fig. 9) viser neppe noget udmærkende i sin Bygning.

Derimod skiller 1ste Par Kjæver (Fig. 10) sig kjendeligt fra samme hos Larverne af ovennævnte Slægter. Den ydre Tyggelap er saaledes forholdsvis mindre og har 3 stærke tornformige Fremspring, foruden 3 Børster. Palpen er betydelig større og bestaar kun af 2 Led, hvoraf det ydre er temmelig bredt, af oval Form, og forsynet med 3

grovt cilierede Børster, 2 i Spidsen og 1 fæstet til en særegen Afsats i den indre Kant.

2det Par Kjæver (Fig. 11) skiller sig væsentlig kun fra samme hos det tilsvarende Stadium af *Eupagurus* derved, at Exognathen har en tydelig, omend kort, bagre Forlængelse, til Spidsen af hvilken er fæstet en ualmindelig stærk, lige bagud rettet Fjærbørste.

De 2 forreste Par Kjævefødder (Fig. 12, 13) viser ogsaa i alt væsentligt samme Bygning som hos *Eupagurus*-Larverne, men er forholdsvis noget kraftigere og har de til Basaldelen og Endopoditen fæstede Børster stærkere og grovere cilierede; kun den til Yderkanten af sidste Led fæstede korte Børste viser en meget fin Ciliering.

3die Par Kjævefødder (Fig. 14) repræsenteres i dette Stadium, ligesom hos Larverne af Pagurerne, alene af et Par simple, 2-leddede og ind mod Bugen slaaede Appendices.

Af andre Lemmer er der intet Spor at opdage, hverken paa For- eller Bagkrop.

Halepladen (Fig. 15) er som sædvanlig spadeformigt udvidet og ved en dyb median Indbugtning delt i 2 vel begrænsede Sidelappe. Enhver af disse har i Bagkanten en Rad af 6 temmelig stærkt forlængede Torner, hvoraf den 3die, udenfra regnet, er størst, den yderste kortest. Denne sidste er altid ucilieret og varierer noget i Længde hos de forskjellige Arter; længst er den hos Larverne af *G. squamifera*, kortest hos dem af *G. intermedia* (sml. Fig. 26). Mellem denne yderste Torn og den derpaa følgende sees ogsaa her ved stærk Forstørrelse en yderst liden og fin Børste. Naar denne regnes med, svarer Antallet af Torner til de cilierede Fortsatser paa Halepladen hos den netop udklækkede, og endnu med sin Embryonalhud forsynede Larve (sml. Fig. 1).

Da Legemet er i høi Grad gjennemsigtigt, sees flere af de indre Organer med stor Tydelighed. Hjertet (se Fig.

2, 3) ligger ualmindeligt langt fortil paa Grund af den stærke Forkortning af Forkroppen og er let bemærkeligt hos det levende Dyr ved sine livlige Pulsationer. Ikke mindre tydelig er Tarmkanalen, hvis uafbrudte peristaltiske Bevægelser kan forfølges lige til den paa Undersiden af Halepladens Rod liggende Analaabning. Leveren (se Fig. 4) bestaar endnu kun til hver Side af 4 korte, ved Basis sammenløbende Blindsække. Nervesystemet er heller ikke vanskeligt at observere, og navnlig er de store Bagkrops-ganglier overmaade tydelige.

Sidste Larvestadium (Fig. 16, 17) viser fuldkommen analoge Forandringer som dem, der allerede er beskrevne for Slægterne *Eupagurus*'s og *Spiropagurus*'s Vedkommende.

Legemet har adskilligt tiltaget i Størrelse, og navnlig Forkroppen vundet i Volum. Rygskjoldet synes derfor ogsaa større og, naar Dyret sees ovenfra (Fig. 16), bredere bagtil. Bagkroppen har faaet sit fulde Antal Segmenter, idet sidste Segment nu har sondret sig fra Halepladen.

Øinene synes forholdsvis noget mindre og er nu frit bevægelige, samt videre skilte i Midten.

1ste Par Følere (Fig. 18) bestaar af Skaft og 2 korte, enleddede Svøber. Det første er temmelig tykt og afdelt i 3 tydelige Segmenter, hvoraf 1ste og sidste omtrent er af ens Længde. Den ydre Svøbe er større end den indre og forsynet med flere baandformige Sandsevedhæng, medens den indre endnu kun danner en simpel konisk Fortsats uden enhver Bevæbning; ved dens Rod sees den ogsaa i 1ste Stadium forekommende stærke, fortilrettede Fjærbørste.

Paa 2det Par Følere (Fig. 19) har Svøben sondret sig fra Basaldelen og er betydelig tiltaget i Størrelse, dannende en cylindrisk-konisk Stamme, der kjendeligt overrager Bladet, og i hvis indre en begyndende Segmentering er bemærkelig; Enden af denne Stamme er simpelt tilspidset, uden Spor af den i 1ste Stadium her forekommende stærke

Fjærbørste. Paa Undersiden af Basaldelen bemærkes, foruden den cilierede Torn, ogsaa et kortere, ucilieret tandformigt Fremspring, som ikke forefandtes i 1ste Stadium. Bladet er, hvad Formen angaar, temmelig uforandret, men har faaet nogle Børster flere i Inderkanten.

Kindbakkerne (Fig. 20) er nu forsynede med en tydelig, skjøndt endnu simpel og uleddet Palpe.

1ste Par Kjæver (Fig. 21) har flere Torner paa den ydre Tyggelap, og ogsaa Palpen har faaet et Par Børster flere.

Paa 2det Par Kjæver (Fig. 22) er det væsentlig kun Exognathen, som har forandret sig. Den bestaar nu af 2 vel markerede Dele, en pladeformigt udvidet forreste Del med talrige cilierede Randbørster, og en smalt udtrukken og med en enkelt stærk Fjærbørste endende bagre Forlængelse.

De 2 forreste Par Kjævefødder viser neppe nogen væsentlig Forskjel fra samme hos 1ste Stadium.

Derimod er 3die Par Kjævefødder (Fig. 23) væsentlig forandrede, idet de nu har en vel udviklet, med Svømmebørster forsynet Exopodit og en temmelig stor fingerformig Endopodit, forsynet med 3 simple Børster i Enden.

Bag disse Lemmer sees (Fig. 17) de egentlige Fødder, der i dette Stadium allerede har opnaaet en betydelig Størrelse, skjøndt de som sædvanlig endnu ikke er traadte i Funktion og derfor er bøiede ind under Bugsiden. Alleerede ved en overfladisk Betragtning vil man her finde en væsentlig Forskjel fra Larverne af Pagurerne. Medens hos disse sidste de 2 bagerste Par er yderst smaa og delvis skjulte indenfor de foregaaende, er dette her alene Tilfældet med det bagerste Par. De 3 foregaaende Par er alle omtrent af ens Udseende og Størrelse og ligger Side om Side bag Saxfødderne. Sidste Fodpar (Fig. 24) lader sig kun undersøge ved at sønderlemme Dyret. Det er meget

lidet, smalt cylindrisk og gaar i Enden ud i 2 smaa Lapper, der antyder Saxen.

Ethvert af de 4 midterste Bagkropssegmenter er forsynet med et Par temmelig store, fortilrettede Buglemmer (se Fig. 17), paa hvilke kan adskilles en Basaldel og 2 uligestore Endeplader, der dog endnu mangler Børster (Fig. 25).

Ved Enden af sidste Bagkropssegment har de ydre Halevedhæng udviklet sig. De bestaar hvert (se Fig. 26) af en kort Basaldel og 2 vel udviklede, børstebesatte Endeplader. Den ydre Plade er som sædvanlig størst og ender med en kraftig Torn. Den indre Plade er vel adskilt fra Basaldelen, af elliptisk Form og forsynet med 9—10 cilierede Randbørster.

Halepladen (ibid.) er forholdsvis smalere end i 1ste Stadium og udvides ganske successivt mod Enden. Bagkanten er vinkelformigt indskaaret i Midten og har 1 Par Torner flere. Den 3die Torn, udenfra regnet, er betydelig større end de øvrige og har antaget Characteren af en pigformig Forlængelse af Halepladen; den er ligesom den yderste Torn glat, medens de øvrige er fint tandede i begge Kanter.

Overgangen fra dette Stadium til 1ste Ungdomsstadium (Fig. 27) er ganske pludselig og sker ved en enkelt Hudskiftning. Jeg har gjentagne Gange havt Anledning til directe at observere denne Forvandling hos *G. intermedià*, ved af det med det fine Net opfiskede Materiale at udvælge de mest udviklede Larver og placere disse i en Glasskaal med friskt Søvand. Under Forvandlingen ligger Larven paa Bunden og søger ved kraftige Bøininger og Strækninger af Bagkroppen at løsne Huden, der tilsidst brister over Ryggen paa Grændsen mellem Før- og Bagkrop, hvorpaa Dyret langsomt befrier sig fra Larvehuden. Efter overstaaet Hudskiftning er Ungen endnu en kort Tid ud af Stand til at bevæge sig om i Vandet. Men meget hurtigt

erholder Integumenterne den fornødne Fasthed, og man ser nu det lille Dyr ved kraftige Bøininger af Bagkroppen at springe baglænds om fra Sted til Sted paa fuldkommen samme Vis som det voxne Dyr. Der er ingen Vanskelighed forbunden med i dette Stadium at gjenkjende en ung *Galathea*, og ved noiere Eftersyn lader endog Arten sig temmelig sikkert bestemme efter Pandehornets og 1ste Fodpars Form. Dyret er endnu halvt gjennemsigtigt med et svagt rødligt Skjær og oversaaet med smaa gule og røde Pegmentpletter. Øinene er endnu uforholdsmæssig store og tykke, og det enkle Øie tydelig bemærkeligt mellem deres Rod.

Gen. *Munida*, Leach.

Denne Slægt staar som bekjendt meget nær *Galathea*, fra hvilken den væsentlig kun skiller sig ved de stærkt forlængede Gribefødder og ved en anden Form af Pandehornet. Ved vore Kyster forekommer 3 herhen hørende Arter, nemlig *M. Rondeletii* Bell, *M. rugosa* Fabr. og *M. tenuimana* G. O. Sars, der alle viser en meget lignende Habitus. Det tør nu være af adskillig Interesse at faa nærmere Rede paa, hvorvidt ogsaa Larveudviklingen skiller sig fra samme hos *Galathea*. Jeg har i den Anledning noiere undersøgt Larverne af en af vore Arter, nemlig

Munida rugosa, Fabr.

(Tab. 6).

Larverne af denne Form har allerede længe været mig bekjendte, da de baade udmærker sig ved sin betydelige Størrelse og ved de ualmindelig stærkt unviklede Balancerapparater, der giver dem et meget eiendommeligt Udseende. Først forholdsvis sent er det imidlertid lykkets mig med

Sikkerhed at faa bestemt, til hvilken voxen Crustaceform, de hører. Som det af den følgende Beskrivelse vil fremgaa, stemmer Udviklingen idethele temmelig nøie overens med samme hos *Galathea*. Dog er der enkelte characteristiske Eiendommeligheder, som tydeligt nok viser, at vi har for os en distinct Slægtstype.

1ste frie Larvestadium (Fig. 1, 2) har en Længde, fra Spidsen af Pandehornet til Enden af Halepladens Sideflige, af $6\frac{1}{2}$ mm. Kropsformen er forholdsvis betydelig slankere end hos *Galathea*-Larverne, og navnlig er Forkroppen kjendelig smalere og ovenfra seet (Fig. 1) kun lidet udvidet fortil. Rygskjoldet viser, seet fra Siden (Fig. 2), en lignende oval Form som hos *Galathea*-Larverne og gaar fortil ud i et særdeles langt Pandehorn, der i den ydre Del er bevæbnet rundt om med smaa tiltrykte Tørner. Bagtil har Rygskjoldet i Midten en dyb vinkelformig Indskjæring, og de herved fremkomne triangulære Sidelappe ender hver med en særdeles stærk dolkformig Fortsats, der rækker lige til Enden af 5te Bagkropssegment. Til hver Side af denne Fortsats, er de frie Kanter, som hos *Galathea*-Larverne, forsynede med en tæt Rad af Tørner, der dog her er kjendelig større og talrigere. Bagkroppen viser den sædvanlige cylindriske Form og er delt i 6 Segmenter, hvoraf dog det sidste endnu gaar i et med Halepladen. Ethvert af de 4 midterste Segmenter har oventil 2 smaa tandformige Fremspring udgaaende fra den bagre Rand og de 2 bagerste af dem tillige en bagudrettet lateral Torn.

Øinene er af betydelig Størrelse og kjendelig affladede, med den facetterede Del navnlig bagtil stærkt udvidet og af smal elliptisk Form; fortil danner denne Del, ovenfra seet, næsten et vinkelformigt Hjørne. Øiepigmentet indtager kun en meget liden Del af Øiegloben og er fortil kileformigt tilløbende; det er af mørk Farve med blaalig Glands bagtil.

1ste Par Følere (Fig. 3) viser en lignende enkelt Bygning som hos det tilsvarende Stadium af *Galathea*. De er imidlertid forholdsvis stærkere forlængede og af næsten cylindrisk Form.

2det Par Følere (Fig. 4) er i høj Grad udmærkede ved den enorme Udvikling af Bladet, der er omdannet til et dolkformigt Balancerapparat, næsten af samme Længde og Udseende som Pandehornet; da det er meget bevægeligt, kan det rettes ud til hver Side næsten under en ret Vinkel mod Legemet, hvad der ofte sker under Larvens Bevægelser. Den indre Halvpart af Bladet er lidt affladet og bærer indad en Rad af 8 stærke Fjærbørster; den ydre Del, svarende til den tornformige Fortsats hos andre Decapodelarver, løber ud i en smal, lidt indbøiet og med stærke tiltrykte Torner besat Spids (Fig. 4 a). Den korte Basaldel har paa Undersiden en spids Torn og løber indad ud i en ganske kort, simpelt tilspidset Fortsats, der repræsenterer Svøben.

Over- og Underlæbe viser den sædvanlige Bygning.

Kindbakkerne mangler endnu ethvert Spor af Palpe og har Tyggeranden (Fig. 5) delt i flere spidse Takker, der noget skiller sig fra samme hos *Galathea* (sml. Tab 5, Fig. 9).

1ste Par Kjæver (Fig. 6) har den ydre Tyggelap temmelig smal og kun bevæbnet med 2, i den ene Kant cilierede tornformige Fortsatser, foruden 3 mindre Børster. Palpen er forholdsvis liden og skiller sig væsentlig fra samme hos Larven of *Galathea* derved, at den kun bestaar af et enkelt Led; den bærer 4 cilierede Børster, 3 i Spidsen og 1 i den indre Kant.

2det Par Kjæver (Fig. 7) ligner næsten fuldkommen samme hos Larven of *Galathea*.

De 2 forreste Par Kjævefødder (Fig. 8, 9) er noget smækkrere end hos Larven af hin Slægt, men forøvrigt af et meget lignende Udseende.

3die Par Kjævefødder (Fig. 10) repræsenteres ogsaa her i dette Stadium kun af et Par meget smaa, 2-leddede, under Bugen slaaede Appendices.

Flere Lemmer findes ikke, hverken paa For- eller Bagkrop.

Halepladen (Fig. 11) er dybt kløftet og gaar ud i 2 smale divergerende Sidelappe, der hver er udtrukket til en overordentlig lang tornformig Fortsats, besat mod Enden med lignende tiltrykte Smaatorner som paa Pandehornet og Antennebladene. Indenfor denne Fortsats findes langs Sidelappenes indre Kant en Rad af 5 stærke Fjærbørster, hvoraf den 2den, udenfra regnet er længst.

Hele Legemet er i høi Grad gjennemsigtigt og næsten fuldkommen vandklart, saa at Larven ofte ikke er let at opdage, trods dens betydelige Størrelse. I Mundregionen findes dog i Regelen et blegt rødligt Pigment, og Enden af Pandehornet, Antennebladene og Halepladens Endefortsatser viser ofte et svagt rosenfarvet Anstrøg.

I sidste *Larvestadium* (Fig. 12) har Dyret den anseelige Længde af 12 mm og hører saaledes til de største bekjendte Decapodelarver. Legemet er i høi Grad gjennemsigtigt, men adskillig kraftigere bygget end i 1ste Stadium. Rygskjoldet er saaledes, ovenfra seet, kjendelig bredere, og Pandehornets Basis mere pladeformigt udvidet. Ogsaa Bagkroppen er kraftigere udviklet og har sidste Segment vel sondret fra Halepladen samt oventil ved Enden bevæbnet med en stærk, opadrettet Torn.

Øinene har næsten samme Udseende som hos 1ste Stadium. De er imidlertid mere bevægelige og videre skilte i Midten, samt mere udpræget vinklede fortil.

1ste Par Følere (Fig. 13), der nu bestaar af et 3-leddet Skaft og 2 korte enleddede Svøber, er forholdsvis kjendelig slankere end hos det tilsvarende Stadium af *Galathea*, med de 3 Skaftled omtrent af ens Længde. Den ydre Svøbe

har som sædvanlig flere baandformige Sandsevedhæng, dels fæstede til Spidsen, dels knippevis til den indre Kant, medens den indre Svøbe er ganske simpel og neppe halvt saa lang.

2det Par Følere (Fig. 14) har Bladet endnu af betydelig Længde, saa at det fortilstrakt naar i Linie med Pandehornets Spids. Den børstebærende indre Rand har imidlertid, i Overensstemmelse med det betydelig forøgede Antal Børster (15), tiltaget i Udstrækning, hvoraf igjen følger, at den ydre dolkformige Fortsats synes kortere. Paa Undersiden af Basaldelen har udviklet sig nok en Torn ved Basis af Bladet. Svøben har sondret sig fra Basaldelen og betydelig tiltaget i Længde, saa at den nu er omtrent halvt saa lang som Bladet; i dens indre sees en begyndende Segmentering.

Kindbakkerne (Fig. 15) har udviklet et Rudiment til en Palpe i Form af en liden blød, cylindrisk Fortsats, noget indsnøret paa Midten.

1ste Par Kjæver (Fig. 16) skiller sig væsentlig kun fra samme i 1ste Stadium derved, at den ydre Tyggelap er forholdsvis bredere og forsynet med et større Antal tornformige Fortsatser.

2det Par Kjæver (Fig. 17) har Exognathen betydelig stærkere udviklet og forsynet med et stort Antal af cilierede Randbørster; dens bagre Forlængelse er større og bærer, foruden den terminale Fjærbørste, i den indre Kant 3—4 mindre saadanne.

De 2 forreste Par Kjævefødder har i det væsentlige bibeholdt sit Udseende uforandret.

Derimod er 3die Par Kjævefødder (Fig. 18) omformede paa en lignende Maade som hos sidste Larvstadium af *Galathea*, idet der har udviklet sig en temmelig stor fingerformig Endopodit, i hvis indre en tydelig Segmentering bemærkes, ligesom Exopoditen nu er uddannet til et Svøm-

meredskab af samme Udseende som de paa de 2 foregaaende Par.

Bag disse Lemmer er samtlige Fødder anlagte (Fig. 19), og man vil ved en nærmere Undersøgelse i dem allerede se en tydelig Tilnærmelse til den for Sl. *Munida* karakteristiske Form. Saaledes er 1ste Par (Gribefødderne) betydelig smækrere end hos Larven af *Galathea* og har navnlig Saxen kjendelig stærkere forlænget. Sidste Fodpar ligger ogsaa her skjult indenfor de øvrige. De viser (Fig. 20) allerede en tydeligt udpræget Segmentering og ender med en vel markeret Sax (Fig. 20a).

Paa ethvert af de 4 midterste Bagkropssegmenter har udviklet sig et Par Buglemmer af et lignende Udseende som hos Larven af *Galathea*, og ved Enden af sidste Segment sees de temmelig store ydre Halevedhæng (se Fig. 12). Disse sidste bestaar (se Fig. 21), som hos det tilsvarende Stadium af *Galathea*, hvert af en kort Basaldel og 2 vel udviklede, børstebesatte Endeplader. Den ydre og største af disse har dog her en temmelig afvigende Form, idet den successivt afsmalnes til en lang dolkformig Spids, besat overalt med fine Smaatorner. I den indre Kant har denne Plade en tæt Rad af 15 stærke Fjærbørster. Den indre Plade er neppe mere end halvt saa stor og af regelmæssig oval Form, samt forsynet i den indre Kant og ved Spidsen med en Rad af lignende Fjærbørster.

Halepladen (ibid.) har adskilligt forandret Udseende. Den er neppe længere end de sammenlagte ydre Halevedhæng og udvides ganske successivt mod Enden. Bagtil har den et bredt vinkelformigt Indsnit, og Kanterne af dette Indsnit er til hver Side forsynede med en Rad af 6 temmelig korte, cilierede Torner. Sidehjørnerne af Halepladen gaar ud i en lang og spids tornformig Fortsats, og til den ydre Side af denne sees 2 ganske smaa Torner, hvorefter den ydre danner en umiddelbar Forlængelse af Halepladen, me-

dens den indre er tydeligt afsat fra samme; mellem begge findes en yderst fin udadrettet Haarbørste.

1ste Ungdomsstadium (Fig. 22) viser allerede alle Characterer af en ung *Munida*. Navnlig er de stærkt forlængede og tynde Gribefodder characteristiske, ligesom ogsaa den udpræget 3-delte Form af Pandehornet. Dog er Sidefortsætterne paa dette sidste endnu kun lidet forlængede, og den midterste Fortsats har den Eiendommelighed ved sig, at den nær Spidsen har et Par tydelige, skjøndt meget smaa tandformige Fremspring, hvorefter intet Spor er at se hos det voxne Dyr. Legemet er halvt gjennemsigtigt, med et svagt rødtligt Skjær.

Gen. *Porcellana*. Lamk.

(Tab. 7, Fig. 1—26).

Denne eiendommelige Slægt, der i sin ydre Habitus saameget minder om Brachyurerne, er hos os kun repræsenteret af en enkelt Art, *P. longicornis* Lin, der kun forekommer ved vor Sydkyst og her temmelig sparsomt. Jeg har dog havt Anledning til ogsaa af denne Form at studere Larveudviklingen og skal i det følgende for Fuldstændigheds Skyld nærmere omtale samme. Forøvrigt har allerede længe Larverne af denne Slægt været kjendte og i den nyere Tid er af W. Faxon¹⁾ leveret en temmelig udførlig Fremstilling af de vigtigste Stadier. I sin ydre Habitus har Larverne nogen Lighed med Brachyurelarrer ved sin korte sammentrængte Kropsform og det enormt forlængede Pandehorn. Den nøiere Undersøgelse af Lemmerne

¹⁾ On some Young Stages in the Development of *Hippa*, *Porcellana* and *Pinnixia*. Bull. Mus. Comp. Zool V. 1879.

viser imidlertid, at Udviklingen nærmest slutter sig til den for Anomurerne typiske.

Det tidligste af mig observerede Larvestadium (Fig. 1,2), som dog ikke synes at være det allerførste, har en Længde af 5 mm.; deraf kommer imidlertid neppe 2 mm paa selve Kroppen, Resten paa det enormt forlængede Paudehorn, Legemets Form er idethele ualmindeligt kort og undersættig, og Forkroppen synes mere udviklet i Forhold til Bagkroppen end Tilfældet pleier at være hos Anomure-Larverne. Rygskjoldet er meget stort og af ægdannet Form, dækkende ikke blot hele Forkroppen, men ogsaa en større Del af Bagkroppen. Dets øvre Contour er jævnt hvælvet, og de frie nedre Kanter viser en tilsvarende Krumning. Fortil gaar Rygskjoldet ud i et tyndt, stavformigt Pande-horn, der næsten er dobbelt saa langt som den øvrige Krop. Det er ikke ganske horizontalt, men lidt opadrettet og viser ved nøiere Eftersyn en ganske svag S-formig Bøining. I saagodt som sin hele Længde er det forsynet med yderst fine tiltrykte Torner, der er grupperede rundt om samme. Fra den bagerste Ende af Rygskjoldet udgaar i horizontal Retning 2 noget tyndere jevnslidende, og ved et meget smalt Mellemrum skildte Fortsatser, der er svagt hageformigt krummede i Spidsen, og nærmere Basis har nedentil et Par ligeledes hageformige Sidetorner. Bagkroppen, der ialmindelighed er mere eller mindre nedadbøiet, er neppe længere end Rygskjoldet, fraregnet dettes Fortsatser, og af den almindelige cylindriske Form, samt delt i 6 Segmenter, hvoraf det sidste gaar i et med Halepladen.

Øinene er i dette Stadium, som det synes, ubevægelige og noget bagudrettede, med den facetterede Del forholdsvis meget lidt udviklet. Midt imellem dem sees det enkle Øie som en liden sort Plet.

1ste Par Følere (Fig. 3) danner hver en ganske simpel cylindrisk-konisk Stamme, der i Spidsen bærer et

Par baandformige Sandsevedhæng og nogle fine Haarbørster. Af den hos Larverne af *Galathea* og *Pagurerne* saavel som hos *Munida* forekommende stærke, fortilrettede Fjærbørste er der intet Spor at se.

2det Par Følere (Fig. 4) udmærker sig i høi Grad ved sit rudimentære Udseende. De danner et Par kun lidet fremspringende, i Enden i 2 dolkformige Grene delte Appendices, paa hvilke bog samtlige Hoveddele lader sig paaavise. Basaldelen er temmelig tyk og utydeligt delt i 2 Segmenter. Den indre noget tykkere Gren, der danner den umiddelbare Fortsættelse af Basaldelen, repræsenterer utvivlsomt Svøben; den er konisk tilspidset i Enden og har her i den ydre Kant en yderst liden og fin Børste (Fig. 4a). Den ydre Gren, der er bevægeligt artikuleret til Basaldelen, repræsenterer Bladet. Den har dog ingen Lighed med Bladet hos andre Anomure-Larver, men danner ligesom Svøben en simpel dolkformig Fortsats uden Spor af de hos hine forekommende cilierede Randbørster, i hvis Sted der kun findes en yderst liden Haarbørste og nærmere Spidsen et endnu mindre tandformigt Fremspring.

Over- og Underlæbe (Fig. 5,6) skiller sig ikke i sin Bygning fra samme hos andre Decapodelarver.

Kindbakkerne (Fig. 7) mangler endnu ganske Palper, men er allerede stærkt chitiniserede og har Tyggeranden delt i flere tandformige Fremspring, der som sædvanlig forholder sig noget ulige paa høire og venstre Kindbakke.

1ste Par Kjæver (Fig. 8) ligner noget samme hos Larven af *Munida* og har som hos denne Palpen forholdsvis liden og kun bestaaende af et enkelt Led, der bærer 3 Fjærbørster, 2 i Spidsen og 1 i den indre Kant. Den ydre Tyggelap er temmelig bred og forsynet med flere tornformige Fortsatser.

2det Par Kjæver (Fig 9) har de 2 secundære Flige paa Tyggelappene dybere adskilte end hos de i det foregaa-

ende omtalte Larveformer og ogsaa mere ulige i Størrelse; navnlig er den yderste Flig af forholdsvis betydelig Størrelse. Palpen er af vanligt Udseende, og Exognathen skiller sig kun fra samme hos Larven af *Galathea* og *Munida* derved, at den bagre Forlængelse er stærkere uddraget.

1ste Par Kjævefødder (Fig. 10) har Endopoditen forholdsvis meget smal og stærkt forlænget, samt, uligt hvad Tilfældet pleier at være, kun bestaaende af 4 omtrent ens lange Led. Den er, ligesom det ydre Segment af Basaldelen, i Inderkanten forsynet med knippevis ordnede Børster og har i Spidsen 5—6 betydelig længere saadanne. Yderkanten af Leddene er besat med fine Cilier og bærer paa næstsidste Led en tæt cilieret Børste. Exopoditen er omtrent af Endopoditens Længde og af sædvanligt Udseende.

2det Par Kjævefødder (Fig. 11) skiller sig kun fra foregaaende Par ved et noget ringere Antal Børster og derved, at 3die Led paa Endopoditen er stærkere forlænget end de øvrige.

Bag disse Kjævefødder følger i dette Stadium en Række af yderst ufuldkomne Lemmer (Fig. 13), hvorefter de forreste Par tilsyneladende ender i en Slags Sax eller Chela. Man kunde derfor let ledes paa den Tanke i dette Par Lemmer at se 1ste Fodpar eller Gribefødderne, saameget mere som der bag dem ved første Øiekast kun følger Anlæg til 4 andre Par Lemmer. Ved nøiere Undersøgelse findes imidlertid paa den indre Side og skjult af disse nok et Par yderst smaa Lemmeanlæg (se Fig. 13), saa at Tallet i Virkeligheden bliver 6 Par. Heraf fremgaar klarlig, at hint forreste Par (Fig. 12) ikke kan representere Gribefødderne, men 3die Par Kjævefødder, og de 2 fingerformige Fortsatser, der synes at danne Saxen, er intet andet end Anlægget til Endo- og Exopoditen, den første betydelig tykkere end den anden. Det følgende Par, der altsaa i Virkeligheden repræsenterer Gribefødderne, viser (se Fig. 13) endnu ikke noget

Spor til Sax, men er tykkere end de øvrige og ender stumpt afrundet, medens hine er konisk tilløbende.

Paa Bagkroppen er endnu intet Spor af Lemmer at opdage.

Halepladen (Fig. 14), der, som ovenfor bemærket, i sig ogsaa indbefatter sidste Bagkropssegment, danner en temmelig bred rudeformig Plade, der, istedetfor som sædvanlig at være indskaaret bagtil, her omvendt danner en meget stærk Udbugtning. Til hver Side af denne Udbugtning findes en Rad af 5 overordentlig stærkt forlængede og tæt cilierede Torner, hvoraf den yderste er kortest og i sit yderste Parti forsynet med fine Sidetorner, istedetfor Cilier (Fig. 14a). Udenom denne igjen gaar Sidehjørnerne af Halepladen ud i en kort tornformig Fortsats, og tæt indenfor denne sees den sædvanlige yderst fine, udadrettede Haarbørste. De omtalte cilierede Torner er samtlige indleddede til vel markerede Afsatser i Halepladens Rand, og mellem de 2 Rader springer Halepladen frem som et lidet stumpt afrundet Fremspring, til hver Side forsynet med en fin Haarbørste. Paa Undersiden af Halepladen findes foran Midten et lidet tandformigt Fremspring (se Fig. 1), umiddelbart bag hvilket Analaabningen har sin Plads.

Det ældste af mig observerede Larvestadium (Fig. 15, 16), som jeg antager i Virkeligheden er det sidste, har en Længde af omtrent 9 mm., hvoraf dog de 6 falder paa Pandehornet. Kropsformen er væsentlig den samme, som i 1ste Stadium. Dog synes Rygskjoldet lidt mere forlænget og baade Pandehornet og de bagre Fortsatser har ligeledes vundet noget i Længde.

Øinene er nu frit bevægelige, tydeligt stilkede og af cylindrisk Form, med den facetterde Del neppe bredere end Stilken.

1ste Par Følere (Fig 17a¹) har sondret sig i Skaft og Svober af et lignende Udseende som hos sidste Larve-Stadium af de i det foregaaende omtalte Slægter.

Paa 2det Par Følere (Fig. 17a²) har det til Bladet sva-
rende Appendix bibeholdt sit rudimentære Udseende ufor-
andret; derimod har Svøben forlænget sig stærkt, saa at
den nu er dobbelt saa lang som Bladet, ligesom den i sit
indre viser en begyndende Segmentering.

Kindbakkerne og Kjæverne (Fig. 18, 19) har undergaaet
analoge Forandringer som de, der allerede ovenfor er be-
skrevne hos Sl. *Munida*.

Paa de 2 forreste Par Kjævefødder (Fig. 20, 21) er
Endopoditen nu mere ulig end i 1ste Stadium. Paa 1ste
Par (Fig. 20) har den bibeholdt sin oprindelige slanke Form,
medens den paa 2det Par (Fig. 21) har tiltaget betydelig
i Bredde; navnlig er 3die Led meget bredt og sammentrykt.
Desuden har der i Yderkanten af Exopoditen udviklet sig
paa 1ste Par 3 og paa 2det Par 2 stærke Fjærbørster, for-
uden den i 1ste Stadium forekommende; en af disse ny-
dannede Børster er paa hvert Par fæstet til Midten af
3die Led.

3die Par Kjævefødder (Fig. 22) har nu en vel udviklet
til Svømning tjenende Exopodit, og Endopoditen har alle-
rede naaet en ualmindelig Størrelse, i Overensstemmelse
med disse Lemmers betydelige Udvikling har det voksne
Dyr. Den er meget stærkt, næsten halvcirkelformigt indad-
krummet og viser i sit indre en tydeligt udpræget Seg-
mentering.

De egentlige Fødder har betydelig tiltaget i Størrelse
(se Fig. 23), og 1ste Par viser allerede den for Slægten
characteristiske, stærkt sammentrykte Form af det ydre
Parti eller Saxen. Sidste Fodpar ligger fremdeles ganske
skjult indenfor de øvrige. De er (Fig. 24) meget smaa,
men tydeligt segmenterede og ender med en vel udpræ-
get Chela.

Paa Bagkroppen har udviklet sig rudimentære Bug-
lemmer i Form af simpelt koniske Vedhæng (Fig. 25). Deres

Tal er imidlertid kun 3 Par, idet næstsidste Segment er uden Spor af Lemmer (se Fig. 16).

Heller ikke af ydre Halevedhæng er der det mindste Spor at opdage, og sidste Bagkropssegment gaar fremdeles i et med Halepladen.

Denne sidste (Fig. 26) har bibeholdt sin Form uforandret og skiller sig kun fra samme i 1ste Stadium derved, at der er kommet et Par Torner til, der udgaar fra Spidsen af den mediane Udbugtning. I det indre af Halepladen skimtes imidlertid utydeligt 2 hinanden delvis dækkende ovale Plader, der forestiller de sig dannede ydre Halevedhæng saaledes, som disse optræder i 1ste Ungdomsstadium.

Larvens Legeme er i høi Grad gjennemsigtigt, med et diffust rødgult Pigment i Mundregionen og en skarpt begrænset Pigmentplet af samme Farve paa Bugsiden af ethvert af Bagkropssegmenterne. Den bagerste af disse Pigmentpletter er noget større end de øvrige og omgiver det ydre Parti af Tarmen. Pandehornet har 3—4 rustgule Tverbaand, og Oiepigmentet er af dyb sort Farve.

De af mig observerede Larver, blev alle tagne ved Mærdø udenfor Arendal. Deres Bevægelser var ikke syn-derlig livlige og skede lige saa ofte for- som baglænds, idet Legemet holdtes i horizontal Stilling i Vandet.

1ste Ungdomsstadium har jeg ikke havt Anledning til at undersøge; det er imidlertid afbildet af W. Faxon ¹⁾ efter en Tegning af A. Agasgiz og skiller sig væsentlig kun fra det voxne Dyrs ved forholdsvis mindre bredt Rygskjold.

¹⁾ Selections from Embryological Monographs. Crustacea, Pl. XIII, Fig. 14.

Nephrops norvegicus, (Lin).

(Tab. 7, Fig. 27).

Skjøndt nærværende Opsats fra først af kun var bestemt til at omhandle Anomurernes postembryonale Udvikling, har jeg dog troet at burde benytte det Rum, der paa sidste Planche var levnet, til at give en Afbildning af *sidste Larvestadium* af Bogstavhummeren, som jeg, da denne Forms Udvikling omtaltes, endnu ikke kjendte. Jeg benytter Anledningen til at gjøre opmærksom paa, hvad jeg forsømte i min tidligere Afhandling, at den af Prof. Claus i sit Arbeide: «Zur Kenntniss der Malacostrakenlarven» omtalte og Tab. II, Fig. XX afdildede eiendommelige Larveform fra Nizza, utvivlsomt er en *Nephrops*-Larve, hvad ogsaa Claus selv synes at være tilbøielig til at formode.

Dyrets Længde er $10\frac{1}{2}$ mm. og stemmer i sin almindelige Habitus temmelig noie overens med det af mig tidligere afbildede Larvestadium. Dog er der indtraadt adskillige væsentlige Forandringer.

Pandehornet har saaledes nu faaet sine 3 Sidetænder, der ganske manglede i de tidligere af mig undersøgte Stadier, og sidste Bagkropssegment er vel sondret fra Halepladen. Denne sidste har vistnok bibeholdt sin eiendommelige Form; men de dolkformige Sidefortsætter er kjendelig kortere og robustere end i de tidligere Stadier.

Hvad Lemmerne angaar, saa har begge Par Følere kjendelig tiltaget i Størrelse; navnlig er Svøben paa 2det Par betydelig forlænget og tydeligt leddet. 1ste Fodpar er ligeledes betydelig større og kraftigere udviklet end i det tidligere beskrevne Stadium, og Saxen har nu antaget den for det voksne Dyr characteristiske smale Form. Bagkroppens Buglemmer har ligeledes tiltaget i Størrelse, og deres Endeplader er allerede forsynede med korte Svømmebørster. Endelig har de ydre Halevedhæng udviklet sig

ved Basis af Halepladen. De er forholdsvis meget smaa og af et Udseende, der noget ligner samme hos det voksne Dyr, idet begge Endeplader er omtrent af ens Størrelse og regelmæssig oval Form samt forsynede med talrige cilierede Randbørster.

Dyret er i levende Tilstand meget gjennemsigtigt, af hvidagtig Farve, med smaa røde og gule Pigmentpletter uregelmæssigt fordelte over saavel For- som Bagkrop. Fødderne, ligesom ogsaa sidste Par Kjævefødder, har brede gule Tværbaand, afvekslende med røde Shatteringer. Exemplaret toges ved Mærdø, hvor ogsaa flere Larver af samme Form i tidligere Stadier beholdtes.

Explanation of the Plates.

Plate 1.

Lithodes maja, Lin.

- Fig. 1. Egg with enclosed embryo, lateral view.
- « 2. Young just after it leaves the egg, being still enveloped by the embryonic cuticle; lateral view.
 - « 3. The same; dorsal view.
 - « 4. First antenna of the same stage.
 - « 5. Second antenna.
 - « 6. The 5 posterior cephalothoracic limbs (legs), from outer side.
 - « 7. Last leg, isolated.
 - « 8. Caudal plate.
 - « 9. First larval stage immediately after shedding the embryonic cuticle; lateral view.
 - « 10. The same; dorsal view.

- Fig. 11. Last larval stage; lateral view.
« 12. The same; dorsal view.
v 13. First antenna of an intermediate stage.
« 14. Second antenna.
« 15. Anterior lip.
« 16. Extremities of the mandibles.
« 17. Posterior lip.
« 18. First maxilla.
« 19. Second maxilla.
« 20. First maxilliped.
« 21. Second maxilliped.
« 22. Third maxilliped.
« 23. Extremity of tail, with the caudal plate, of last larval stage.
« 24. Young *Lithodes*; dorsal view.
-

Plate 2.

Fig. 1—28

Eupagurus bernhardus, Lin.

- Fig. 1. First larval stage; lateral view.
« 2. The same; dorsal view.
« 3. First antenna of the same stage.
« 4. Second antenna.
« 5. Anterior lip.
« 6. Posterior lip.
« 7. Mandibles.
« 8. First maxilla.
« 9. Second maxilla.
« 10. First maxilliped.
« 11. Second maxilliped.

13 — Arkiv for Mathematik og Naturv. 13 B.

Trykt den 18de Juni 1889.

- Fig. 12. Part of body with the 2 posterior cephalothoracic appendages (3d pair of maxillipeds); ventral view.
- « 13. One of these appendages isolated.
- « 14. Extremity of tail with the caudal plate.
- « 15. Last larval stage; dorsal view.
- « 16. The same; lateral view.
- « 17. First antenna of the same stage.
- « 18. Second antenna.
- « 19. Extremity of a mandible.
- « 20. First maxilla.
- « 21. Second maxilla.
- « 22. Third maxilliped.
- « 23. Penultimate leg.
- « 24. Last leg.
- « 25. A pleopod.
- « 26. Extremity of tail with the caudal plate and the uropoda; ventral view.
- « 27. Young *Eupagurus* (first postlarval stage); dorsal view.
- « 28. The same; lateral view.

Eupagurus pubescens, (Kroyer).

- Fig. 29. Last larval stage; dorsal view.

Plate 3.

Spiropagurus chiroacanthus, (Lilljeb.)

- Fig. 1. Larva just after it leaves the egg, being still enveloped by the embryonic cuticle; lateral view.
- « 2. The same; dorsal view.
- « 3. First free larval stage immediately after shedding the embryonic cuticle; lateral view.

- Fig. 4. The same; dorsal view.
- « 5. First antenna of the same stage.
- « 6. Second antenna.
- « 7. Anterior lip.
- « 8. Cutting edges of the mandibles.
- « 9. Posterior lip
- « 10. First maxilla.
- « 11. Second maxilla.
- « 12. First maxilliped.
- « 13. Second maxilliped.
- « 14. Appendage representing the third maxilliped.
- « 15. Extremity of tail with the caudal plate; dorsal view.
- « 16. Last larval stage; dorsal view.
- « 17. The same; lateral view.
- « 18. First antenna of the same stage.
- « 19. Second antenna.
- « 20. First maxilla.
- « 21. Second maxilla.
- « 22. Third maxilliped.
- « 23. Posterior cephalothoracic appendages (elegs) of the right side, viewed from the inner face.
- « 24. Pleopod of penultimate pair.
- « 25. Pleopod of last pair.
- « 26. Extremity of tail with the uropoda and the caudal plate; dorsal view.
- « 27. Young *Spiropagurus* (first postlarval stage); dorsal view.
- « 28. Left leg of penultimate pair from an adult male specimen, showing the spirally curled basal appendage.
-

Plate 4.

Galathodes tridentatus, (Esmark).

- Fig. 1. Larva just after it leaves the egg; lateral view.
« 2. The same; dorsal view.
« 3. Part of the free edge of the carapace, showing the densely crowded marginal fimbriæ.
« 4. First antenna of the larva after shedding the embryonic cuticle.
« 5. Second antenna of the same stage.
« 6. Extremity of a mandible, showing the palp and cutting edge.
« 7. First maxilla.
« 8. Second maxilla.
« 9. First maxilliped.
« 9a. Extremity of the endopodite of the same maxilliped, more highly magnified.
« 10. Second maxilliped.
« 11. Third maxilliped.
« 12. First leg.
« 13. Second leg.
« 14. Last leg.
« 15. Extremity of tail with the caudal plate; dorsal view.
« 16. Last larval stage; dorsal view.
« 17. The same; lateral view.
« 18. First antenna of the same stage.
« 19. Second antenna.
« 19a. Extremity of the flagellum of the same antenna, more highly magnified.
» 20. Anterior lip and left mandible.
« 21. First maxilla.
» 22. Second maxilla.
« 23. First maxilliped.

- Fig. 23a. Endopodite of the same, more highly magnified.
« 24. Second maxilliped.
« 24a. Endopodite of the same, more highly magnified.
« 25. Third maxilliped.
« 26. First leg.
« 27. Second leg.
« 28. Last leg.
« 29. A pleopod.
« 30. Extremity of tail with the uropoda and the caudal plate; ventral view.
« 31. Young Galathodes; dorsal view.
-

Plate 5.

Fig 1—4.

Galathea nexa, Embleton.

- Fig. 1. Caudal plate of the larva just after it leaves the egg.
« 2. First free larval stage; lateral view.
« 3. The same; dorsal view.
« 4. Anterior part of the intestine of the same stage, showing the still comparatively simple lobular liver.

Fig 5—15.

Galathea squamifera, (Lin.)

- Fig. 5. First antenna of the larva immediately after shedding the embryonic cuticle.
« 6. Second antenna of the same stage.
« 7. Anterior lip.
« 8. Posterior lip.

Fig. 9. Cutting edges of the mandibles.

« 10. First maxilla.

« 11. Second maxilla.

« 12. First maxilliped.

« 13. Second maxilliped.

« 14. Appendage representing the third maxilliped.

« 15. Extremity of tail with the caudal plate; dorsal view.

Fig. 16—27.

Galathea intermedia, (Lilljeb.)

Fig. 16. Last larval stage; dorsal view.

« 17. The same; lateral view.

« 18. First antenna of the same stage.

« 19. Second antenna.

« 20. Mandible with palp.

« 21. First maxilla.

« 22. Second maxilla.

« 23. Third maxilliped.

« 24. Last leg.

« 25. A pleopod.

« 26. Extremity of tail with the right uropod and the caudal plate; dorsal view.

« 27. Young *Galathea* (first postlarval stage); dorsal view.

Plate 6.

Munida rugosa, (Fabr.)

Fig. 1. First larval stage; dorsal view.

« 2. The same; lateral view.

- Fig. 3. First antenna of the same stage.
- « 4. Second antenna.
- « 4a. Extremity of the scale from same antenna, more highly magnified, showing the strong lateral denticulation.
- « 5. Cutting edges of the mandibles.
- « 6. First maxilla.
- « 7. Second maxilla.
- « 8. First maxilliped.
- « 9. Second maxilliped.
- « 10. Appendage representing the third maxilliped.
- « 11. Extremity of tail with the caudal plate; dorsal view.
- « 12. Last larval stage; dorsal view.
- « 13. First antenna of the same stage.
- « 14. Second antenna.
- « 15. Right mandible.
- « 16. First maxilla.
- « 17. Second maxilla.
- « 18. Third maxilliped.
- « 19. Posterior cephalothoracic appendages of the right side (third maxilliped and legs), viewed from the outer face; above them the gills are seen budding forth.
- « 20. Last leg.
- « 20a. Extremity of the same, somewhat more magnified.
- « 21. Extremity of tail with the left uropod and the caudal plate; dorsal view.
- « 22. Young *Munida* (first postlarval stage); dorsal view.
-

Plate 7.

Fig. 1—26.

Porcellana longicornis, (Lin.)

- Fig. 1. Youngest larva observed; lateral view.
« 2. The same; dorsal view.
« 3. First antenna of the same stage.
« 4. Second antenna.
« 4a. Extremity of the flagellum from same antenna,
more highly magnified.
« 5. Anterior lip.
« 6. Posterior lip.
« 7. Mandibles.
« 8. First maxilla.
« 9. Second maxilla.
« 10. First maxilliped.
« 11. Second maxilliped.
« 12. Third maxilliped.
« 13. Posterior cephalothoracic appendages (third maxil-
liped and legs) of the right side, viewed from the
inner face.
« 14. Extremity of tail with the caudal plate; dorsal
view.
« 14a. The outer marginal spine of same, more highly
magnified.
« 15. Last larval stage; dorsal view.
« 16. The same; lateral view.
« 17. First and second antenna of the same stage.
« 18. First maxilla.
« 19. Second maxilla.
« 20. First maxilliped.
« 21. Second maxilliped.
« 22. Third maxilliped.

- Fig. 23. Posterior cephalothoracic appendages (third maxilliped and legs) of the left side, viewed from the inner face.
- « 24. Last leg.
- « 25. A pleopod.
- « 26. Extremity of tail with the caudal plate; ventral view.

Nephrops norvegicus, (Lin.)

- Fig. 27. Last larval stage; dorsal view.
-

Norske ertsforekomster.

AF

I. H. L. VOGT.

VII.

Foldalens kislelt.¹⁾

(Hertil planche no. 8.)

Litteratur over kisleltets geologi:

- Th. Kjerulf. Ueber die Geologie des südlichen Norwegens. Nyt magasin for naturvidenskaberne, 9de bind, 1857 (pag. 254—255).
A. Helland. Forekomster af kise i visse skifere i Norge. Universitetsprogram, 1873.
A. Helland. De mægtigste og ædleste kisleforekomster i Norge. Polytechnisk tidsskrift, (norsk) 1873.
Th. Kjerulf. Om Trondhjems stifts geologi. Nyt mag. f. naturv. 21de bind, 1876 (pag. 86—87).
Th. Kjerulf. Udsigt over det sydlige Norges geologi. 1879.
-

¹⁾ I den forløbne sommer (1888) blev af bergmester P. Holmsen, driftsbestyrer ved Røros verk E. Gullichsen og mig foretaget en praktisk-økonomisk undersøgelse af Foldalens kislelt (trykt som Bilag til Storth. Prp. No. 43, 1889); her er bl. a. den geologiske beskrivelse og den historisk-metallurgiske oversigt forfattet af mig.

Literatur over Foldals verks historie og de forskjellige slags udvindingsmetoder af kobber:

Jens Kraft. Topografisk-statistisk Beskrivelse over Kongeriget Norge. Første Del, 1820 (pag. 581—588).
 F. Thaarup. Samlinger om Fædrelandets Produkter, Manufaktur og Fabrikker, Næringsveie, Skibsfart og Handel. 1812. (pag. 368).
 Topografisk Journal, 1795. (hefte 14, pag. 44, C. Sommerfelts Beskrivelse af Christians Amt).

M. W. Sinding (bergmester). Om Kiesertsene og deres Benyttelse. Bergmanden, 1847. No. 5.
 A. Stromeyer. Ueber die Gewinnung des Kupfers auf dem nassen Wege. Der Bergwerksfreund. B. 19. 1856. (pag. 253—262, 269—275).
 Carl Weltz. Schwefelwasserstoffgas als Fällungsmittel bei Zugutmachung kupferarmer Schwefelkiese etc. (Referat af den Sinding'ske methode). Berg- und hüttenmännische Zeitung, 1862. No. 15. — Notitser om Foldal i samme tidsskrift, 1860, pag. 439 og 1862, pag. 24.

Berggeist, 1860. No. 3.

Indberetning om Foldals kiskelt, af P. Holmsen, E. Gullichsen og I. H. L. Vogt, trykt som Storth. Prp. No. 43, 1889.

Videre, trykt som manuskript:

Foldals verk, indstilling fra den i generalforsamling 3die dec. 1880 nedsatte jernbanekomité. Kristiania, 1882.

The Foldal mines, by A. Helland. Kristiania, 1885.

Desuden flere udførlige haandskrevne beskrivelser og tidligere aarsberetninger, hvoraf særlig fremhæves bergmester Sindings beretning i bergmesterembedets befaringsprotokol (1848), beskrivelse med driftsforslag af O. Henckel (1794 & 1796), af senere direktør ved Røros kobberverk Daldorph (ca. 1805), af en unavngiven sagkyndig (ca. 1810), af verkets bestyrer cand. min. O. Olsen (¹⁹/₉ 1861 og ²/₂ 1870), m. m. m.

I den øvre del af Foldalen, inden vort ertsfelt (se oversigtskart fig. 1, optaget paa basis af amtskartet) optræder, saavidt det i det stærkt tildækkede terrain kan afgøres, kun sedimentære bergarter, som af Th. Kjerulf er henførte under Røros-skiernes gruppe, — nemlig dels forskjellige slags vanlige skifere, leilighedsvis med kalksten og

serpentin,¹⁾ og dels granulit²⁾, som efter min opfatning har samme geologiske genesis som de omgivende skifere.

De vigtigste skifere er lerglimmerskifer, grønne og glinsende skifere, glimmerskifer, dioritiske skifere m. m., — de fleste jævnlig med smale kvartsrænder eller smaa kvartsnyrer; etsteds, nemlig ved Husum, et par kilom. VNV. for Foldalens hovedgrube, træffer man ogsaa glimmerig kalksten, i veksel med kalkførende glimmerskifer (efter Kjerulf).

Granulit forefinder man først og fremst i et mægtigt lag fra Grimsdalen grube i VSV. via Knutshovd og Foldalens hovedgrube til Haanæskletten og endnu betydelig længer mod ONO., af længde inden kartets omraade ca. 18 kilom. og med fortsættelsen mod ONO. (efter den geol. undersøgelses karter) ialt ca. 25 kilom. Mægtigheden i egnen omkring Foldalens hovedgrube er, naar de indleiede skifere medregnes, ca. 1300 m.; mod VSV. smalner granuliten stærkt ind, saa mægtigheden ved Grimsdalens grube ikke engang er 100 m. (se forøvrigt profilerne, fig. 2, VI og 9). — Desuden optræder der mindre lag og linser af granulit og granulitliggende skifer ved Godthaab og Juliane Marie grubefelt og paa flere andre steder.

Foldalens granulit er en stærkt vekslende bergart, bestaaende oftest af fingrynet kvarts og orthoklas & oligoklas med forholdsvis store individer af hornblende; videre antræffes temmelig jævnlig muscovit og granat samt ikke fuldt saa hyppig lidt disthen, sjældnere biotit, endelig svovlkis, magnetit, titanit osv. og som sekundærdannelser zoisit, clorit, kalkspath osv. — Bergarten ligger overalt i udprægede lag eller skikt, hvert enkelt med bestemt petrografisk karakter. Allerede for blotte øie kan saaledes afgjøres, at enkelte

¹⁾ Serpentinens geologiske stilling er usikker.

²⁾ Denne bergart, som oprindelig (1857) af Th. Kjerulf betegnedes som syenit og senere som granulit, ansaa han at være eruptiv.

lag ikke holder noget eller ganske lidet granat, andre der imod meget; — enkelte er fattige paa hornblende, andetsteds spiller dette mineral en meget væsentlig rolle; — enkelte lag (f. ex. ved den nedre del af Gørbækken, nær den projekterede stollmunding i hovedfeltet) er saa rige paa kvarts og muscovit og omvendt saa fattige paa feldspath og hornblende, at de snarere burde benævnes kvartsskifer end granulit, — andre igjen fører overveiende meget hornblende (straalsten), saa de passende burde benævnes granulitisk straalstensskifer eller straalstensskifer-granulit.

Mellem granuliten paa den ene side og de omgivende skifere eller de indleiede skiferlag paa den anden viser der sig jævnlig fuldstændige petrografiske overgange, oftest begrundet deri, at den vanlige granulit paa mange steder henimod grændsen optager mere og mere straalsten og derved nærmer sig til skiferrækkens straalstensskifer; endvidere finder man jævnlig ved grænserne veksellagring mellem granulit og skifer (se f. ex. profil fig. 3). Særlig instruktive er forholdene ved Grimsdalens grube, hvor man i et profil (fig. 9) af ca. 200 m's længde har for sig en rækkefølge af næsten alle de forskellige slags skifer- og granulit-varieteter; gaar man fra det liggende til det hængende, noteres følgende serie: grøn sk., kvartssk. — grøn sk. & granulitsk.¹⁾, typisk granulit, kv.sk., grøn sk., granulit & granulitsk., grøn sk., granatrig granulit, vanlig granulit, granulitsk. i veksel med grøn sk. og straalstensk., — grønne skifere, — kisdraget, — grønne skifere, straalstensk., straalstensk. & grøn sk., — granulit, granatrig granulit med straalstensk., ofte granatrig, grøn sk., glindsende sk., granulitlag vekslende med grøn sk., — grøn sk. uden granulit.

Af alle de oven nævnte grunde og da endvidere granuliten saavel i det store som i det smaa følger skiferen i

¹⁾ Med granulitskifer betegnedes i notitsbogen stærkt tyndskifrig granulit.

strøg og fald, maa bergarten være dannet paa sedimentær vis, som de omgivende skifere.

I den varietet, som kunde ansees som den typiske og hyppigst forekommende representant for Foldals-granuliten, bestaar hovedmassen af en finkornig blanding af kvarts med hvid orthoklas og plagioklas,¹⁾ hvori ligger temmelig tynde, men indtil cm.-lange krystaller af hornblende (straalsten); videre optræder altid nogle smaa, sølvhvide blade af muscovit (— derimod ikke biotit —) og oftest en del granat og ikke sjelden disthen, desuden rent underordnet lidt svovlkis, sort erts (magnetit), jernglans, titanit, zirkon, rutil og som sekundærdannelser kalkspath, jernoxyd-hydrat, zoisit og clorit.

Titanit, zirkon, rutil (tvillinger efter $P\infty$) og jernglans (smaa hexagonale blade) forekommer i den grad sjelden, at dét i de foreliggende præparater kun har lykket mig at paavise et eller et par individer af hvert af disse mineraler. — Den sorte erts, som optræder i oktaedriske korn og krystaller, uden leukoxen-hud, og som følgelig maa være magnetit, er ligeledes sparsomt forhaanden; den ligger som interposition i alle de senere nævnte silikater, bl. a. ogsaa i granaten. — Svovlkis ($\infty O\infty$) mangler i de fleste præparater; den er tilstede i størst mængde hos de granulitpartier, der ligger som «gangberg» (herom mere senere) inde i selve kismasserne, men forefindes nu og da ogsaa i den ordinære granulit fra de store bergartlag.

Granat mangler næsten aldrig, og da den desuden i regelen optræder i ganske rigelig mængde, maa den ansees som en karakteristisk bestanddel af bergarten. Oftest optræder den i skarpt begrænsede krystaller (∞O), sjældnere i mere afrundede korn. Krystallerne naar jævnlig en stør-

¹⁾ Bergartens hovedfarve er hvid, det populære navn er følgelig «kvitstein,» svarende til det sachsiske Weisstein.

relse paa ca. 5 mm. og er da bestandig — aldeles som tilfældet er med granaten i den sachsiske granulit¹⁾ — i den grad sammenvokset med kvarts og feldspath, at kun trediedelen til halvdelen bestaar af granat. Vort mineral viser idiomorph begrænsning ikke alene lige over for kvartsen og feldspatherne, men ogsaa for hornblenden og muscoviten.

Disthen²⁾ har jeg aldrig fundet synbar for blotte øie, men kun i mikroskopiske krystaller, af længde ca. 0.15—0.40 mm. Mineralet karakteriseres ved de lang-naaleformige krystaller, med stærkt fremtrædende spalterids omtrent lodret paa længderetningen og mindre fremtrædende spaltbarhed efter længden; krystallerne er dels farveløse, dels svagt blaagrønne, i sidste fald pleochroitiske; noget skjæv udslukning; tversnit sekskantede, med vinkler, som afviger noget fra 120°; levende interferensfarver. — Mineralet optræder temmelig jævnlig, altid ledsaget af granat.

I den normale Foldals-granulit spiller overalt hornblende en mere eller mindre fremtrædende rolle, idet den med rundt tal udgjør 4—10% af den hele masse. Krystallerne, som oftest er mellem 2 og 5 à 10 mm. lange, er lige over for kvartsen og feldspatherne ganske vel krystallographisk begrændsede i vertikalzonen (med flader $\infty P \infty$. ∞P , underordnet $\infty P \infty$), medens terminalfladerne ikke er komne til udvikling; tvillinger efter $\infty P \infty$ er ganske hyppige. Farven er grøn, som altid hos de variteter, der staar nær aktinolith. Mineralet er jævnlig, paa lignende vis som granaten, sammenvokset med kvarts og feldspath.

¹⁾ J. Lehmann. Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinischen Schiefergebirge mit besonderer Bezugnahme auf das Sächsische Granulitgebirge. (Bonn, 1884).

²⁾ Tidligere paavist af H. Møhl i granulit fra Røddal, Mellem-Foldalen (Die Eruptivgesteine Norwegens, Nyt mag. f. naturv. B. 23, 1877).

Muscovit er ogsaa altid tilstede, om end i mindre fremtrædende mængde; de smaa blade ligger som indeslutninger i kvartsen og feldspathen, med god krystallographisk begrænsning efter *OP* og ofte ogsaa efter vertikalzonens flader.

Af grundmassens bestanddele vil vi først omtale plagio-
 klasen (— altid oligoklas —), som undertiden optræder i
 lidt større krystaller (størrelse indtil ca. 2 mm.) med antyd-
 ning til idiomorph kontur lige over for kvartsen og ortho-
 klasen; oftest spiller den dog nøiagtig samme rolle som
 disse to mineraler. — Kvarts er i procentisk henseende
 granulitens vigtigste mineral, særlig prævalerer den altid
 fremfor orthoklasen. Ingen af disse viser nogensinde idio-
 morph begrænsning, men optræder kun i smaa uregelmæs-
 sige korn, som uden orden er blandede intimt med hinanden.
 — Baade hos kvartsen og feldspatherne ser man ofte und-
 løs udslukning.

Videre maa bemærkes, at mikroklin, — som Lehmann
 ikke har kunnet paavise hos de sachsiske, derimod vistnok hos
 de bøhmiske og bairiske granuliter, — synes at mangle
 fuldstændig i Foldals-granuliten. —

Krystallisationsserien hos den vanlige Foldals-granulit
 er: 1) Rutil, zirkon, titanit, jernglans, magnetit, svovlkis,
 — 2a) granat, disthen, 2b) hornblende, muscovit, — 3) oli-
 goklas, orthoklas, kvarts.

I enkelte skikt er hornblendens aldeles eller næsten i
 sin helhed forsvunden og isteden indgaar en hel del biotit,
 ved siden af muscoviten; samtidig er gehalten paa orthoklas,
 derimod ikke paa oligoklas, trængt tilbage, medens omvendt
 kvartsen er i voxende; granat er fremdeles tilstede, som
 ellers. — Denne bergart kan nærmest benævnes øie-kvarts-
 skifer; da den optræder temmelig underordnet, er den paa
 kartet ikke holdt ud for sig, men slaaet sammen med gra-
 nuliten.

I de skikt, som omvendt udmærker sig ved forholdsvis stor rigdom paa hornblende, er kvartsen gjerne tilstede i ringe mængde, medens feldspatherne, særlig plagioklasen, har tiltaget; muscovit og granat optræder som ellers, medens biotit aldrig synes at være forhaanden, hvor der er meget hornblende. — Plagioklasen er her ofte i stor udstrækning dekomponeret til zoisit, i udmærket vakre småkrystaller, hornblendens derimod viser ingen sekundær omvandling.

Strukturen hos de forskellige varieteter inden vort granulitfelt er aldrig granitisk-kornig, men mere eller mindre tydelig skifrig. Selv i de mikroskopiske præparater giver dette sig ofte tilkjende, idet man kan iagttage en stadig veksel af skikt med lidt forskjellig petrografisk karakter, særlig fremkaldt ved vekslende rigdom paa muscovit, magnetit, svovlkis, ved forskjellig kornstørrelse paa kvartsen og feldspatherne osv. osv. Glimmerbladene følger i regelen skiktfladerne, og i samme retning forløber ogsaa for en væsentlig del de største dimensioner hos kvarts- og feldspath-individerne; de store hornblende-krystaller derimod ligger ofte paa kryds og tvers, uden orden

Mellem Foldals-bergarten paa den ene side og de bekendte, af J. Lehmann (l. c) med flere beskrevne granuliter i Sachsen m. m. paa den anden er der vistnok betydelige differentser, baade med hensyn til sammensætning og til struktur. De vanlige sachsiske granuliter (orthoklas-granuliterne) fører saaledes ikke noget og pyroxen- eller plagioklas-granuliterne kun forholdsvis lidt primær hornblende, medens dette mineral næsten bestandig er karakteriserende for Foldals-bergarten; hos den sachsiske granulit viser orthoklasen en eiendommelig faserig beskaffenhed, noget, vi ikke gjenfinder ved den Foldal'ske; videre er denne sidste paa langt nær ikke saa tyndskifrig. — Alligevel faar man dog efter de gjældende, vistnok adskillige svævende definitioner, beholde navnet granulit for Foldals-bergarten, idet denne

er skifrig og for den væsentligste del bestaaende af kvarts, orthoklas med rigelig tilblanding af granat. Vil man give den en særskilt betegnelse, kan man, i analogi med de sachsiske «*pyroxen-granuliter*» kalde den «*hornblende granulit.*» — Dette navn er allerede tidligere benyttet af H. H. Reusch¹⁾ for granuliter fra Bergens-halvøen; enkelte af disse bergarter stemmer nøiagtig overens med Foldals-granuliten.

Ved gennemgaaelsen af de forskjellige varieteter af Foldalens granulit fremhævedes, at enkelte skikt ikke holdt noget hornblende, men til gjengjæld biotit og overveiende meget kvarts, — andre, nemlig den hyppigst optrædende bergart, en del hornblende og midlere mængder af kvarts, fremdeles dog temmelig meget, — atter andre meget hornblende, forholdsvis lidt kvarts, medens omvendt plagioklasen havde tiltaget stærkt. — Gaar man endnu et skridt videre i samme serie, skulde man faa en kvarsfri bergart, med betydelige mængder af hornblende og resten hovedsagelig kun plagioklas.

Denne kombination antræffes ogsaa i virkeligheden, nemlig ved det paaabegyndte lichtloch til den projekterede grundstoll. Bergarten her, — som af Th. Kjerulf (Nyt mag. f. naturv. B. 21, side 87) benævnedes saussuritgabbro, — ligger i ganske gode differente skikt, følgende den vanlige strøgretning; under mikroskopet iagttages, ved siden af lidt erts, kun to primære mineraler, nemlig plagioklas, som for den væsentligste del er omvandlet til zoisit, og hornblende, som dog ikke optræder i de lappede agregater, der skulde antyde, at mineralet er omvandringsprodukt af augit. — Efter min opfatning er bergarten her ikke nogen gabbro (eller diorit), men en dioritsk skifer, som bliver at indrangere i den i distriktet herskende skiferrække.

¹⁾ Silurfossiler og pressede Konglomerater i Bergensskiferne. Univ.-progr. 1883.

Den stratigrafiske bygning inden vort felt er meget enkel: strøget er overalt, hvor marken er tilgængelig for observation, omkring ONO til 030° N (mellem grænserne ca. 010° N og 035° N¹⁾, og faldet overalt mod nord (eller NNV), i størrelse ca. $50-70^{\circ}$ (se forøvrigt profilrækken, fig. 2). — Større foldninger eller bøjninger observeres intetsteds, derimod vistnok nu og da en del mindre krusninger; betydelige forkastninger eller forskyvninger forefindes neppe; granulitzonen, som er vort ledende lag, stryger nemlig overalt frem i omtrent ret linje, ved de to store grubefelt, Foldalens hovedfelt og Juliane Marie & Godthaab, kan med sikkerhed paavises, at der ikke er nævneværdige dislokationer, og fjeldoverfladen antyder intetsteds niveauforandringer, som skulde kunne forklares ved forkastninger.²⁾ — Lagstillingen illustreres bedst ved profilrækken, fig. 2: nederst i lagrækken, fra Juliane Marie & Godthaab grubefelt og Foldalens kirke til Grev Molkte grube og Torleifshoug sæter, anstaar de vanlige Røros-skifere, undertiden med sinaa granulitlag, — derpaa kommer den mægtige granulitzone, som igjen paa flere steder fører større indleiede skiferpartier med kis, — og saa over dette igjen de vanlige skifere, med kalksten.

I den nedre del af Foldalen ser man paa flere steder Røros-skifere med samme strøg som inden vort felt, men fald mod SSO; i mellempartiet har man sandsynligvis en

¹⁾ Ved Juliane Marie & Godthaab grubefelt 020° N til 035° N, ved Grev Molkte grube 015° N til ONO, nærmere henimod Torleifshoug sæter ca. ONO, ved sæteren og ved serpentinkuppen ved samme ca. 010° N, henimod Grimsdalens grube ca. 015° N, ved Grimsdalens grube ca. 020° N til ONO, ved hovedgruben ca. 030° N, osv.

²⁾ Granuliten modstaar denudation i meget stærkere grad end de omgivende forholdsvis let forvitrende skifere; i overensstemmelse hermed hæver granulitdraget sig oftest over de omkringliggende skifere til fjelde eller aasrygger (f. ex. Knutshovden, aasryggerne ved Foldalens hovedfelt, Haanæskletten osv.).

synklinal fold. — Det vil forøvrigt være forbundet med store vanskeligheder nøiere at udrede disse forhold, da marken er usædvanlig stærkt tildækket.¹⁾

Ved Grev Moltke grube finder man skifer, som er stærkt strakt, endog udtrukket som griffel (strækningsretning ca. 45° mod V), og ved Grimsdalens grube er selve granuliten flersteds strakt; ved Foldalens hovedgrube derimod søgte jeg forgjæves efter noget presfenomen, synbart for blotte øie. — At forøvrigt bergarterne ogsaa her har været udsatte for store mekaniske trykkræfter, fremgaar deraf, at hos granuliten er plagioklasens lameller ofte stærkt boiede, og at kvartsen og feldspatherne ofte viser unduløs udslukning.

Lige ved Torleifshoug sæter optræder en liden serpentin-kuppe (ca. 300 m. lang, 150 m. bred), som paa grund af sin skarpt fremstikkende kuppeform og den bekjendte karakteristiske overflade-hud giver sig tilkjende i lang afstand. Ved grænsen mod den omgivende kvartsrige skifer gaar serpentinen etsteds over til finskjællet klæbersten, som tidligere har fundet praktisk anvendelse. Serpentinaen ligger konformt med skiferen, og kuppens længderetning falder sammen med skiferens strøg. — Ogsaa dette serpentinfelt fører, som saa mange andre i Røros-distriktet, lidt kromjernsten, sammen med dolomit, i uregelmæssige klatter og impregnationer. Forekomsten er uden praktisk betydning.

Inden vort ertsdistrikt kjendes hidtil 4 større kisle, nemlig:

Foldalens hovedfelt,
 Juliane Marie & Godthaab grubefelt,
 Grev Moltke grube,
 Grimsdalens grube,

¹⁾ Om de mægtige terrasser og de hoitliggende strandlinjer (seter) i Foldalen henvises til andre afhandlinger.

videre Knutshovd skjærp og flere ikke nævneværdige smaa-skjærp. — Af disse optræder Foldalens hovedfelt, Knutshovd skjærp og Grimsdalens grube i skifer, indlagret i den store granulit-zone, de to øvrige gruber derimod i den vanlige skifer.

Foldalens hovedfelt. Som det fremgaar af profil fig. 2, III, dels ogsaa af kartskitsen, fig. 4 og profil, fig. 3, har man her nederst i det hængende skifer, — derpaa granulit (mægtighed ca. 700 m.), — saa skifer (mægtighed ca. 180 m.), — derpaa selve ertszonen, — paany skifer (ca. 60 m.), — granulit (ca. 400 m.), og øverst i det hængende tilslut skifer. — Man kjender her en hel del isolerede, leieformigt optrædende kispartier, som dels ligger paa nøiagtig samme skifer-niveau, dels paa ganske nærliggende niveauer, kun adskilte ved mellemliggende skiferlag af mægtighed neppe over ca. 30 m, — nemlig, idet vi begynder i ONO og gaar mod VSV (cfr. kartskitsen, fig. 4):

Lars Aasen skjærp, aldeles ubetydeligt.

Lillegruben.

Selve hovedleiet.

Bjørn leiested, i det hængende (se profil fig. 3).

I Langorten mellem hovedleiet og Lillegruben opfaaret 2 kispartier (IK og GH paa fig. 8).

Kisparti CD og EF i øvre stoll.

Nyere Bjørn skjærp og Morten Mortensens grube, VSV for øvre stolls dagmunding. — Endnu længer mod VSV er marken aldeles tildækket; der kan følgelig her baade være store og smaa forekomster, som ikke giver sig tilkjende dagen.

Afstanden, regnet efter strøget, mellem M. Mortensens grube (længst mod VSV) og Lillegruben (mod ONO) er temmelig nøiagtig 800 m.; medregnes det uvæsentlige Lars Aasen skjærp, faar kisleitet en længde paa 1 kilom.

Retningen af den hele kisførende zone (længde ca. 1 kilom. og mægtighed ca. 30—50 m.) falder sammen med skiferens strøg, — og de enkelte kispartier følger overalt med slavisk nøiagtighed efter skikterne, saavel i strøg som fald (se fig. 3); intetsteds kan mærkes nogensomhelst antydning til, at kisen, ikke engang over lokalt begrænsede smaapartier, skjærer over lagene.

Næsten alt det tidligere arbejde har været koncentreret i hovedgruben (hovedleiet), som vi i det følgende omtrent udelukkende skal holde os til. — Gruben, som med rundt tal er 150 m. i vertikalt dyb eller 175 m. efter leiestedets fald, staar for øieblikket fuld af vand indtil øvre stoll, som indbringer i ca. 50 m's vertikalt dyb; alle de meddelte observationer skriver sig følgelig fra grubens øvre del.

Grænsen mellem kismassen og skiferen i det liggende paa den ene side og det hængende paa den anden er i almindelighed ganske skarp (se profil fig. 5); man finder ikke overgange fra kis til skifer ved f. ex. intim veksler mellem skifer og kis eller kissprængte skiferlag. Derimod kan man nok leilighedsvis, om end sjelden, se enkelte større, isolerede kislager en eller et par m. i det hængende (og liggende?) for hovedleiet, adskilte fra samme ved vanlig skifer (se profil, fig. 5,a). — Selve kismassen er jævnlig gjennemsat af afsondringsflader (indbyrdes afstand 0.2—0.5 å 1 m.) parallelt med grænsen mod skiferen, videre er kisen i almindelighed tydelig skiktet ved differente lag, som adskiller sig fra hinanden ved vekslende kornstørrelse paa svovlkis-krystallerne, ved forskjellig gehalt paa kobberkis, kvarts m. m., ved partier af «vaskis» (hvorom mere senere); videre finder man nu og da inde i kisen, fremdeles i samme retning, nogle smale rænder af dels ren og dels kissprængt skifer og undertiden ogsaa noget granulit (saakaldet «gangberg»), som snart optræder i ganske gode lag og snart i linser og ellipsoidiske klumper (se fig. 6). Disse «gangbergs-kiler»

kan ofte være temmelig uregelmæssige, men de har dog altid en vis pladeform, efter kisens og skiferens strøg og fald; de sætter ikke gangformig gennem kisen, — tvertom, kisens skikt sees, selv ved de mest klumpformige «gangbergs-partier», at smygge sig nogenlunde regelmæssig omkring granuliten. I petrografisk henseende kan man, hverken for blotte øie eller under mikroskopet, paavise nogen-
somhelst forskjel mellem den granulit, som optræder inde i kisen som isolerede klumper eller linser, og den, som findes paa begge sider af kisleiets skiferzone. — Efter skjøn udgjør granulit-«gangberget» i hovedleiet neppe mere end 1—2 % af den hele kismasse, og granulit og kisleis skifer tilsammen neppe mere end 2—3 %.

Som tverprofilet (fig. 3) udviser, er hovedleiets fald i grubens øvre del, nemlig fra dagen og til et stykke ovenfor den øvre stoll, ca. 60° (mod NNV); derpaa blir faldet fladere, kun omkring 45°, fra øvre stoll til ca. 40 m. længere ned, regnet efter faldet; paa dybet igjen er faldet større, ca. 65°.

En af de saavel i theoretisk som i praktisk henseende vigtigste opgaver ved vor ertsforekomst er saa nøiagtig som mulig at bestemme de forskjellige kismassers ydre form og dimensioner. Vi begynder med hovedleiet. — Da gruben paa mange steder er utilgjængelig, kan man ikke nogetsteds faa et kontinuerligt horizontalsnit over kismassen; alligevel kunde alle fornødne oplysninger skaffes tilveie ved at kombinere snit efter strøget, normalt paa faldet, i stollniveauet fra feltets vestre ende til Glückauf skakt med snit i Lysstampens og Langortens plan (19 m. høiere af) fra Glückauf skakt til leiestedets østre ende; for kontrollens skyld maalttes fortsættelsen af snittet i stollniveauet til forbi Elisabeth skakt. — Resultatet af maalingerne er angivet paa de to horizontalsnit, fig. 7; det sees, at kisen ikke stryger i ret linje, men at der efter strøget er nogle smaa

bøiningen, -- at kisen i det hele og store har linseform, idet den er tykkest paa midten med nogenlunde jævn afsmalning mod begge ender, -- men at der dog i linsens centrale del er en hel del ujævnheder i tykkelsen, idet kisen snart svulmer stærkt ud, snart trækker sig noget sammen. Inde i den midtre del synker mægtigheden ikke under 3 m., gaar omvendt leilighedsvis op til 12—13 m¹⁾. — Afstanden mellem de to punkter mod ONO og VSV, hvor mægtigheden gaar ned under 1.6 m., er 221 m., og den midlere mægtighed i denne længde er 4.57 m.;²⁾ dette parti betegner vi for kortheds skyld som hovedleiets kjærneparti.

Længden af kjærnepartiets kis med mægtighed inden bestemte grænser kan efter skjøn, i henhold til maalingerne sættes til:

Mægtighed inden visse grænser:	Længde:
Mellem 1.6 og 2 m.	ca. 5 m.
2.0 — 2.5 »	» 5 »
2.5 — 3.0 »	» 7 »
3.0 — 4.0 »	» 81 »
4.0 — 5.0 »	» 47 »
5.0 — 6.0 »	» 47 »
6.0 — 8.0 »	» 18 »
8.0 — 10.0 »	» 11 »
og derover	
Middel 4.57 m. i	221 m.'s længde.

¹⁾ Kisens mægtigste parti ligger ved og særlig lidt øst for Elisabeth skakt (den østligste af de to skakter); denne blev ødelagt ved ildebrand omkring 1835, senere har partiet her ikke været under arbejde.

²⁾ Bestemt ved at summere sammen de enkelte firkanter, hvori tværsnittet ved maalingerne blev opdelte, og senere dividere det samlede tværsnit (1011 m²) med længden.

Nogen «dragning» eller «stupning» i felt kan ikke med sikkerhed paavises, tvertom synes kismassen, at dømme efter grubekartet og de ældre beskrivelser, at udvide sig lidt mod dybet i begge horizontal-retninger, saavel mod ONO som VSV.

Af de tidligere trykte og haandskrevne beretninger, hvoraf særlig vægt lægges paa bergmester Sindings udtømmende og samvittighedsfulde beskrivelse i bergmesterembedets befaringsprotokol 1848, fremgaar, at «mægtigheden i grubens dyb (o: ca. 120 m. vertikalt under øvre stoll) er den samme som i de øvre rum.» (Sinding.)

Nogle faa meter op i det hængende for hovedleiet ligger Bjørn leiested, som i det hele og store stryger parallelt med hovedleiet, om det end muligens divergerer et par grader ind imod det hængende paa dybet og mod VSV. Mægtigheden af den mellemliggende skifer veksler mellem ca. 5 m. (i dagen) og ca. 8—9 m. (i tverslag fra Lysstampen, VSV for dagbruddet). — Leiestedet er fulgt i ca. 57 m's længde fra vest til øst og i ca. 53 m's vertikalt dyb; fortsættelsen udenfor dette parti er ukjendt. — Mægtigheden varierer i de opfarede dele mellem ca. 1 m. og 3.2 m., middel omkring eller lidt over 2 m.

Vi skal nu følge hovedleiets fortsættelse mod VSV og andre kismasser i øvre stoll og udenfor samme. — Som det sees paa fig. 7 og 8, smalnede kjærnepartiet mod vest i en længde af ca. 4 m. ind fra 3 m's til 1.6 m's mægtighed; endnu 6 m. længere mod vest (eller VSV) finder vi mægtighed 1.2 m., derpaa paany om 5 m. en tykkelse paa kun ca. 0.2 m; fremdeles kan leiet følges som en tynd stribe, paa 0.05—0.2 m., i ca. 10 m's længde, derpaa taber det sig fuldstændig eller rettere, i fortsættelsen finder man kissprængte skifere. — Efter at disse har holdt ved i ca. 25 m's længde (altsaa 46 m. udenfor kjærnepartiets slut), begynder et nyt kisleie (paa fig. 8 angivet ved CD), som synes at ligge

paa nøiagtig samme skiferniveau som hovedleiet, og som derfor blir at opfatte som dettes fortsættelse mod vest. Dette nye kisleie er fulgt ca. 66 m. i og langs med stollen; i vestre skram anstaar kis (1.5—2 m. tyk?). Kismassen svulmer paa tre steder op til nævneværdig mægtighed, og to gange smalner det af til tynde halse, paa resp. ca. 0.2 og 1.2 m's tykkelse. Mægtigheden paa de forskjellige steder er:

Mægtighed inden visse grænser.	Længde.
Mellem 0.1 og 0.5 m.	ca. 16 m.
0.5 — 1.0 »	» 7 »
1.0 — 1.5 »	» 14 »
1.5 — 2.0 »	» 8 »
2.0 — 2.5 »	» 15 »
2.5 — 3.0 »	» 6 »

Der er i alle fald en mulighed for, at dette leie, som ligger paa hovedleiets strøg, over enkelte strækninger paa dybet kan forene sig med hovedleiet, — navnlig hvis dette, saaledes som det er fremholdt i ældre beretninger, skulde udvide sig noget i vestlig retning.

Ca. 50 m. længere ude i stollen end leiet CD (altsaa ca. 160 m. udenfor enden af hovedleiets kjærneparti) antræffes paany et kisleie (fig. 8, EF), som er fulgt i ca. 90 m's længde, og som har en mægtighed mellem 0.2 og 1.0 m., muligens derover. Dette leie synes at ligge lidt i det hængende for hovedgrubens kis.

Ca. 150 m. VSV for øvre stolls dagaabning ligger to gamle skjærp (fig. 4, «Gammelt skjærp» og «Nyere Bjørn skjærp» eller «Morten Mortensens grube»), som ligeledes at dømme efter strøgretningen maa ligge i det hængende for hovedleiet. Paa en af berghaldene sees temmelig store kisblokke, af den vanlige kvalitet, hvilket vidner om, at mægtigheden ikke kan have været ganske forsvindende.

Forøvrigt meddeles i aarsberetning 1873 af verkets daværende bestyrer, cand. min. O. Olsen, at det «gamle skjærp» udenfor stollmundingen, som delvis blev lænset i 1873, viste sig ikke at være et af de vanlige kisleier, men en isoleret, nyreformig forekomst af grovkrystallinsk, kobberrig kis.

Kispartier ONO for hovedleiets kjærneparti. — Som tidligere berørt, sank mægtigheden af kjærnepartiet i Langortens niveau hurtig ind fra 2.5 til 1.6 m.; endnu længere mod øst taber kisleiet sig overmaade hurtig, idet mægtigheden 4 m. længere borte er svundet ind til 0.6 m., hvorpaa kisen paany om 4 m. gaar aldeles ud eller taber sig i kissprængte lag. Langorten er her drevet lidt op i det hængende, hvor man antraf et kisparti (fig 8, GH), som er fulgt i ca. 32 m's længde, med mægtighed 0.1—2 m. (deraf 1—2 m. i 14 m's længde, kis i østre skram), og som ligger ca. 4 m. i det hængende for hovedleiets niveau. GH er sandsynligvis fortsættelsen af et kisleie (betegnet ved $\alpha\beta$ paa kart fig. 8 og profil fig. 5,a), som er antruffet ved tverslag 35 m. VSV for G, og som ligger ca. 4 m. i det hængende for hovedleiets. — Fra punktet H i Langorten drev man sig paany lidt op i det hængende, her traf man igjen kis (IK paa fig. 8), af længde ca. 24 m. og mægtighed 0.1—0.5 m., beliggende ca. 6 m. op i det hængende for hovedleiets; denne kis er sandsynligvis fortsættelsen, nemlig den sidste uddøende rest, af Bjørn-leiet.

Lillegruben ligger ca. 215 m. ONO for Elisabeth skakt (hovedgruben) og ca. 130 m. ONO for enden af kjærnepartiet. Gruben, som nu staar fuld af vand, og som sandsynligvis er 30—40 m. dyb, har at dømme efter berghalden og de gamle beretninger ført en hel del kis.

1 m³ (mathematisk kubus) af den faste masse i kjærnepartiet giver i middel ca. 3.9 ton kis. Længden og den mid-

lere mægtighed af kjærnepartiet kan sættes til resp. 220 og 4.5 m. (lavt regnet). Udstrækningen efter faldet fra dagen til den projekterede grundstoll er ca. 175 m. (ligeledes lavt regnet), — kubikindholdet altsaa 173.250 m³. Gaar vi ud fra, at kisen med samme midlere længde og mægtighed fortsætter 175 m. under grsndstollen, faar vi ogsaa her samme kisvolum, — sum altsaa 346.500 m³., svarende til 1.351.320 tons kis. Heraf er tidligere udbrudt ca. 300.000 tons (lavt regnet 250.000, høit regnet 350.000 tons), — tilbage staar altsaa omkring 1 million tons. — I denne beregning er ikke taget hensyn til Lillegruben, Bjørn leiested, kispartierne i og udenfor øvre stoll, hvilke tilsammen i alle fald maa føre flere 100.000 tons.

Man kan af disse tal se, at der oprindelig i Foldalens hovedfelt blev afsat mindst med rundt tal 1.5 million tons kis, — muligens meget mere, idet der kan forefindes baade store og smaa kispartier, som endnu er aldeles ukjendte.

Nøiere om beregning af kisbeholdningen se Sth. Prp. No. 43, 1889.

Foldalskisens beskaffenhed. — Som man kan overbevise sig om ved at gaa omkring i gruberne, og som det ogsaa fremgaar af den ældre driftstatistik *), bestaar kisleierne i Foldalens hovedfelt for den allervæsentligste del af næsten ganske ren malm; «graaberg» (granulit, ren og kissprængt skifer) antræffes forholdsvis sjelden. — I hovedleiets kjærneparti kan temmelig nøiagtig paaregnes:

90 % samlet kis (forskjellig slags kismalme og smeltemalm).

10 % granulit, skifer og svovlfattig kis.

*) Efter nøiagtig statistik blev der ved driften i 1830—44 af alt det udbrudte som kjærnekis og kobbermalm udskedet 88.7 % (Sindings beregning i befaringsprotokollen, 1848) eller 89.27 % (sammes opgave i Bergmanden, 1847); resten bestod for en del af «vaskis».

Den ubetinget vigtigste bestanddel i malmen er svovlkis (i ∞O , undertiden med afstumpning af O); derefter kommer kobberkis, lidt zinkblende samt kvarts med lidt hornblende, biotit*) og kalkspath (de to sidste mineraler i henhold til mikroskopisk undersøgelse). Magnetjern, magnetkis og blyglans forekommer ikke i praktisk talt paa viselige mængder; arsengehalten er forsvindende liden, herom mere senere.

Kisen er i almindelighed fast og nogenlunde jævn smaa-krystallinsk (svovlkis-terningernes størrelse ca. 0.5—2 mm.); undtagelsesvis træffer man dog ogsaa en karakteristisk finkrystallinsk, løs og forholdsvis meget kobberfattig kis, som paa grund af sin ringe konsistens kaldes «gruskis» eller «vaskis;»**) kiskrystallerne er her oftest kun ca. 0.05—0.3 mm. store.

Naar malmen indeholder en nogenlunde stor kobbergehalt, nemlig ca. 4—5 % og derover, kan man saavel for blotte øie som under mikroskopet afgjøre, at svovlkisen er dannet tidligere end kobberkisen; den første ligger nemlig i vel begrænsede krystaller, omsluttede af kobberkis.***) — De forskellige silikat-mineraler udfylder overalt mellemrummene mellem kis-individerne, er altsaa dannede paa senere stadium end disse. — Kalkspathen er i alle fald undertiden en primær dannelse, ekvivalerende silikaterne.

«Vaskisen» udmærker sig fremfor de øvrige slags malme ved en udpræget krystallinsk udvikling, idet svovlkisen altid optræder i skarpt begrænsede smaa-krystaller; disse

*) Granat, som ofte optræder i malmen fra Vigsnaes, har jeg ikke fundet i Foldalsmalmen.

**) Tilsvarende kis forefindes ogsaa ved andre norske svovlkis-leiesteder, fex. ved Arvedals grube ved Røros.

***) Det samme forhold gjenfinder vi ogsaa ved de skandinaviske forekomster af nikkelholdig magnetkis, i eller ved gabbro.

er i almindelighed omhyllede af en oftest mikroskopisk fin kvartshud*), som hindrer luftens tilgang til sulfid-substansen. Ved at ligge i luften falder «vaskisen» let til grus, men dette kan holde sig i decennier uden at blive opoxyderet i nævneværdig grad.

Gjennemsnitsanalyser af den vanlige kis (exportkis, svarende til den tidligere «kjærnekis») fra hovedleiet:

	No. I.	No. II.
Svovl.	45.46	47.66
Jern	41.56	41.40
Kobber	2.30	1.93
Zink	2.48	1.70
Bly		Intet
Sølv		0.00296
Uopløst	6.18	3.92
Kalk	2.02 (?)	
Sum	100.00	

(No. I er gjennemsnitsanalyse [udført af Dr. C. Pabst, Stettin] af en større ladning [ca. 600 tons], som for et par aar siden blev brudt i grubens østre del, over øvre stoll; no. II gjennemsnitsanalyse [udført af cand. min. Hj. Roscher, universitetets metallurgiske laboratorium] af en jernbanevogn af samme malm.)

Stufprover, analyserede (1872) af daværende amanuensis ved det metallurg. laboratorium, nu prof. A. Helland:

*) «Vaskisen» blir af disse grunde at parallellisere med den karakteristiske grovkrystallinske kis fra Bosmo i Ranen, — kun er her kiskrystallerne meget større, med sidekant gjerne 5—8 mm.

Fra	Svovl	Kobber	Kobolt	Nikkel	Bergart
Forsøgsdrift i stol-					
len	47.11	5.58	0.15	0.02	4.70
Ort no. 2 i vest .	48.20	7.15	0.16	0.02	6.14
Bjørn leiested .	51.21	3.63	0.10	0.02	0.89
Malmorten . . .	49.35	3.45	0.13	0.01	3.10
Forsøgssorten i stol-					
len	50.59	1.28	0.07	Spor	5.96
Langorten . . .	50.40	0.48	0.06	Spor	5.40

Fra Bjørn leiested.

	Kobber	Svovl
Nogle stuffer af den bedre eller bedste kis	2.70	48.85
Mindre gjennemsnittsprøve	2.04	

(Den første prøve udtaget af bergmester P. Holmsen, analyseret af stud. min. H. Holmsen, — den anden udtaget af mig, analyseret af cand. min. C. C. Riiber, amanuensis ved det metallurg. lab.)

Analyser af «Gruskis» eller «Vaskis»:

	Svovl	Kobber	Uopl.
Gjennemsnitts- { Lillegruben . . .	46	0.36	13.20
prøver. { Berghald ved hoved-			
gruben	45.5	0.38	13.64
do. do. do.	46	0.37	13.28
Middel af 5—6 stuffer fra Lille-			
gruben	50.49	1.20	

(De tre gjennemsnittsprøver udtagne af mig, analyserede af amanuensis Riiber, stufproven udtaget af bergmester Holmsen, analyseret af stud. min. Holmsen.)

Svovlgehalten er i den vanlige malm i middel mindst 45 %, sandsynligvis oftest i middel 47—48 %. — Dette svarer til en gehalt af 85—90 dele erts og 10—15 dele kvarts mm.

Kobbergehalten. Herom er tidligere udført en hel del undersøgelser, særlig af bergmester Sinding (befaringsprotokol 1848), som i grubens nederste feltort i 13 forskellige vertikalsnit lod udtage en serie prøver, oftest 3 i hvert snit. Resultatet var, idet vi følger feltorten fra den vestre til den østre del, og idet vi i hvert enkelt snit begynder med kisen i det liggende og ender i det hængende:

3.68, 2.26, 3.34 middel 3.16 % kobber, — 4.00, 1.02, 3.80, 2.70, middel 2.88, — 2.58, 1.87, 1.77, middel 2.07, — 4.74, 3.37, middel 4.05, — 3.68, 0.19, 2.78, middel 2.22, — 5.54, 2.67, middel 4.10, — 2.83, 2.23, 6.21, middel 3.76, — 2.14, 3.51, middel 2.82, — 1.37, 1.29, middel 1.33, — 1.30, 0.93, 1.51, middel 1.25, — 3.76, 1.53, 2.44, middel 2.59, — 2.95, 3.48, 4.58, middel 3.67, — 1.67, 5.14, middel 3.4.

Middel af samtlige 35 analyser 2.88 % kobber.

Videre blev i 1845 udført en hel del (25) analyser, med resultat (efter Sinding):

Mellem øvre stoll og den paabegyndte grundstoll:

0.75, 5.58, 2.30, 2.24, 2.70, 1.75, 4.40, 4.17 og 3.19 % kobber.

Over øvre stoll:

2.96, 3.38, 0.10, 2.64, 1.86, 3.36, 1.04, 1.62, 0.98, 0.31, 1.59, 2.09, 2.12, 0.65, 15.675, og 2.07 % kobber.

Middel af de sidstnævnte 25 analyser er, naar prøven 15.675 % ikke medtages, 2.22 % kobber.

For oversigtens skyld sammenstilles samtlige 66 stufprøver (de 25 fra 1845, de 35 fra 1848, Hellands 6 fra 1873):

Mellem 0.1 og 0.5 % 0.10, 0.19, 0.31, 0.48

» 0.5 » 1.0 » 0.65, 0.75, 0.93, 0.98

» 1.0 » 1.5 » 1.02, 1.04, 1.28, 1.29, 1.30, 1.37

Mellem 1.5 og 2.0 %	1.51, 1.53, 1.59, 1.62, 1.67, 1.75, 1.77, 1.86, 1.87
» 2.0 » 2.5 »	2.07, 2.09, 2.12, 2.14, 2.23, 2.24, 2.26, 2.30, 2.48
» 2.5 » 3.0 »	2.58, 2.64, 2.67, 2.70, 2.70, 2.78, 2.83, 2.95, 2.96
» 3.0 » 3.5 »	3.19, 3.36, 3.37, 3.38, 3.45, 3.48
» 3.5 » 4.0 »	3.51, 3.54, 3.63, 3.68, 3.68, 3.76, 3.80
» 4.0 » 4.5 »	4.00, 4.27, 4.40
» 4.5 » 5.0 »	4.58, 4.74
» 5.0 » 6.0 »	5.14, 5.54, 5.58, 5.58
over 6.0 »	6.21, 7.15, 15.675

Af analyserne under 0.5 % er i alle fald de 3 fra steder udenfor kjærnepartiet; vi kan heraf drage den slutning, at inden kjærnepartiet synker kobbergehalten (naar der ikke tages hensyn til vaskisen*) kun rent exceptionelt under 0.5 %. — Af analyserne mellem 0.5 og 1.5 % er ligeledes flere fra punkter udenfor kjærnepartiet.

Af samtlige 66 analyser falder de fleste, nemlig 40, mellem grænserne 1.50 og 3.80 %.

Om prøverne med mere end 4 % kobber anføres bl. a.: — Analysen 15.675 % skriver sig fra en rand paa ca. 0.35 m's bredde; — analysen 6.21 % ligeledes fra en rand paa ca. 0.35 % m's bredde; — ved analysen 5.54 % har «kis af samme kvalitet» en mægtighed paa ca. 1 m., lidt derover; — ved 5.14 % en mægtighed paa ca. 0.6 m, osv. Det fremgaar heraf, at kisen i alle fald over enkelte strøg sidder inde med større kobbergehalt; at disse partier gaar parallelt med kispladens grænser mod sidestenen, og at de er

*) I den ovenfor meddelte analyseserie findes, saavidt vides, ingen analyse af vaskisen.

leieformige, ikke optrædende som overskjærende gange, kan sluttes af observationer i gruben og af de ældre beretninger. Hvor kobberkis optræder i større og renere klumper, er malmen gjerne ledsaget af forholdsvis meget kvarts, — paa samme maade som ved vore øvrige kisforekomster, — samt undertiden af noget magnetkis.

Ved den tidligere drift har man, i alle fald efter 1807, gjennemgaaende udskeidet for sig en del kobbermalm, med større kobbergehalt end hos den vanlige kis. Efter Sindings tidligere omtalte statistik for 1830—44 fik man saaledes i de nævnte aar i middel af alt det udskudte 4.72 % kobbermalm, som han antog holdt 4 % udbragt gar-kobber, og i perioden 1807—27 skal man have faaet forholdsvis endnu mere kobbermalm.

Hos den vanlige kismalm veksler kobbergehalten, som analyserækkerne udviser, temmelig stærkt; middelgehalten kan sandsynligvis sættes til 2 à 2.25 % — Vaskisens kobbergehalt derimod er kun ca. 0.3—0.6 % *)

I flere gamle beretninger fremholdes, at malmens midlere kobbergehalt skal tiltage mod dybet; dette er vel forovrigt tvivlsomt.

Zinkgehalten. De fleste norske kisforekomster fører en del zinkblende indblandet i malmen, oftest eller altid paa den vis, at man kan holde ud fra hinanden enkelte forholdsvis zinkblende-rige skikt. Ved Foldalen er zinkblendemængden temmelig liden, meget mindre end ved fex. Vignæs og Arvedals grube, Røros; den midlere zinkgehalt kan sandsynligvis sættes til lidt under 2 %.

Blygehalten er saavel ved Foldalen som ved de fleste øvrige norske kisforekomster aldeles forsvindende,

*) Ogsaa ved de øvrige norske kisforekomster udmærker tilsvarende stærkt finkornig og usædvanlig krystallinsk udviklet kis sig ved liden kobbergehalt.

Arsengehalten ligesaa. Herom er tidligere udført en omfattende undersøgelse af kemiker L. Schmelck (trykt som storthings-dokument no. 88, 1887, fra budgetkomitéen), med følgende resultat:

I prøve no.	1	mærket «Vaskis»,	— 0.05—0.07 % arsen
	2	» Lys, tæt kis	— 0.04—0.06 » »
	3	» do. do. do.	
	4	» Lys, tæt, mere krystal-	
		linsk kis	
	5	» Grovkornig svovlkis	
	6	» Magnetkisholdig svovl-	
		kis	
	7	» Almindelig svovlkis	
	8	» Alm. svovlkis, fastere,	
		2—4 % Cu.	
	9	» do. do. do.	
	10	» » fast blaa-anløbet	
	11	» Svovlkis med kobberkis	
		og lidt magnetkis	
	12	» do. do. do.	
	13	» Grovkornig kobbermalm	

Har jeg (L. S.) ikke kunnet paavise
spor af arsen.

Den anvendte analyse-methode gav en nøiagtighed paa ca. 0.02 %.

Hverken ved Foldals grube eller ved nogen af de øvrige norske kisforekomster er, saavidt vides, noget arsenmineral bleven paavist.

Kobolt- og nikkelgehalten. Allerede Sinding og Stromeier (daværende bestyrer af Lerens kromfabrik, senere professor i kemi i Hannover) paaviste i 1840-aarene, at kisen fra Foldal indeholdt noget kobolt; nogle kvantitative analyser gav 0.08, 0.085 og 0.10 % opløseligt koboltoxyd

i «skrovet» *) [Stromeyer**)]. Sinding lagde herpaa saa stor vægt, at han endog tænkte sig muligheden af en praktisk tilgodegjørelse af koboltgehalten***). — Senere har A. Helland nøiere analyseret Foldalskisen, — ligesom ogsaa svovlkis og magnetkis fra andre norske kisforekomster, — og fundet:

Kobolt	0.15	0.16	0.10	0.13	0.07	0.06 %
Nikkel	0.02	0.02	0.02	0.01	Spor	Spor
Sum	0.17	0.08	0.12	0.14	0.07	0.06 %

Lignende gehalter nikkel og kobolt i sum antræffes ogsaa ved de øvrige kisforekomster.†)

*) Da kobolt (og nikkel) koncentrerer ved kjærnerøstning (se det paafølgende arbejde af C. C. Riiber), og da vel neppe den hele koboltmængde er bleven opløst, maa den oprindelige gehalt i kisen have været større.

**) Stromeyer paaviste ogsaa kobolt i jernsuerne fra Svorkmo, Inset og Røros hytter (Bergmanden, 1487, No. 5). — Som bekjendt er koboltgehalten i enkelte svenske jernsuer fra gamle verk (Riddarhytten, hvor malmen forøvrigt indeholdt koboltarsenertser) saa stor, at koboltpræparater nu udvindes fabriksmæssig deraf (ved en fabrik i Fahlun.)

***) Den af ham projekterede methode bestod i, at extraktionsluden fra vaadveisprocessen (se herom senere), efter at kobberet var fældt, skulde neutraliseres med kulsur kalk og derpaa fældes med svovlvandstof; det udfældte jern- og koboltsulfid skulde senere behandles med raa lud, som førte lidt fri svovlsyre; jernsulfidet vilde her ved tildels blive opløst, koboltsulfidet derimod ikke. — Stromeyer har senere gjort opmærksom paa, at naar den med svovlvandstof mættede vædske fældes med kulsur kalk, falder først zinksulfid, saa koboltsulfid og tilslut jernsulfid ud; ved kun at tilsætte en mindre mængde kulsur kalk skulde man altsaa undgaa at faa hele jernmængden bundfældt.

†) Det kan være af interesse at betone, at af de to tvillingelementer kobolt og nikkel holder nikkel sig fortrinsvis til magnetkis, kobolt derimod, — saavel ved Foldalen som ved de skandinaviske forekomster af nikkelholdig magnetkis (ved gabbro) — fortrinsvis til svovlkis (koboltrige svovlkiskrystaller er paaviste ved flere nikkelgruber paa Ringerige og i Bamle, ved Evje verks nikkelgrube, Klefva nikkelgrube (Sverige), m. m.)

Om sølv- og guldgehalten. Foldalkisen, — ligesom ogsaa de øvrige norske kismalme, — udmærker sig ved en yderst monoton mineralogisk og kemisk karakter; man finder ikke arsen, antimon, vismuth, tin, bly, tellur og selen (?) m. m. i praktisk talt paaviselig mængde. — De øvrige store kisforekomster i Europa, fex. Fahlun, Gosslar, de spanske leiesteder m. m., som fører en nogenlunde betydelig guld- eller sølvgehalt, karakteriseres derimod altid ved enten en større vismuth- eller arsengehalt (Fahlun, Huelva) eller ved et virvar af forskellige elementer (Gosslar); det er følgende paa forhaand lidet sandsynlig, at de norske kisforekomster skulde holde indblandet betragtelige mængder af guld eller sølv, noget, erfaring ogsaa noksom har vist. — Foldalkisen holder, efter en tidligere meddelt analyse, kun ca. 0.003 % sølv *) (30 gram pr. ton), og i en større gennemsnitsprøve af den vanlige kis har man paa universitetets metallurgiske laboratorium forgjæves søgt efter guld. Derimod er det mig bekjendt, at man i en anden prøve fra Foldalen leilighedsvis har fundet uvæsentlige spor af guld.

Grimsdalens grube (beliggende paa sydsiden af Folla, ca 10—11 kilom. VSV for Foldals verk og ca. 380 m. over Folla). — I geologisk henseende er dette felt aldeles analogt med hovedfeltet; begge steder optræder kobberholdig svovlkis (rig paa svovl, fattig paa kobber), indleiet i skifer, som igjen er indlagret i granulit, (se herom kartskitsen, fig. 1 og profilerne, fig 2, VI og fig. 9); forskjellen er kun, at ved Grimsdalen, som i korthed kan betegnes som hovedfeltet *en miniature*, har baade kisen, skiferfeltet og granuliten mindre mægtighed end ved hovedfeltet; videre er ogsaa

*) Malmen fra Vigsnaes og Røros holder ogsaa en lignende ganske liden sølvgehalt.

kisleiets længde ved Grimsdalen mindre, nemlig kun ca. 155 m. (den midlere mægtighed sandsynligvis ca. 2 m?^{*)})

Knutshovd skjærp. Ubetydelig kisforekomst i skifer, indleiet i granulit, som ved de to foregaaende lokaliteter.

Juliane Marie & Godthaab grubefelt (beliggende paa nord-siden af Folla, ca. 6 kilom. Ø for hovedfeltet, kun et par hundrede m. fra den projekterede jernbanelinje; høiden af grubernes dagaabninger og stollens plan resp. ca. 75 og 45 m. over terrassen ved Odden eller resp. ca 90 og 60 m. over Folla elv). — Grubefeltet, som alt-i-alt har en længde af ca. 445 m., falder i to afdelinger, begge paa samme strøg eller skiferniveau (se fig. 10), — nemlig en østre del, af længde ca. 100 m., og en vestre, af længde ca. 79 m.; i midtpartiet, af længde ca. 266 m., kjendes ingen anvisninger; her er forøvrigt marken stærkt tildækket. Baade skiferen og gruberne stryger ca. ONO; fald 70° mod NNV.

Saa vel i den vestre som østre del af grubefeltet optræder to parallelle kisleier, som er adskilte fra hinanden ved et skiferlag paa indtil ca. 5 m's mægtighed (oftest meget mindre?); kisleiet i det hængende bestaar fornemmelig af vanlig kobberholdig svovlkis (med lidt zinkblende), leiet i det liggende derimod af kobberkis med magnetkis, svovlkis og en hel del kvarts, straalsten og andre silikater. Det er særlig det sidste, som tidligere har været gjenstand for drift, idet den kvartsrige malm^{**)} brugtes som tilslag ved smeltningen af den jernrige Foldalsmalm.

^{*)} Grimsdalens grube har tidligere, saavidt vides, ikke været drevet under Foldals verk, men separat; i tiden omkring 1860 blev der her bygget et større anlæg til udvidning af svovl: kisen blev indlagt i horizontale rujernsretorter, ca. 12 stykker i to horizontalrader, som opvarmedes af ydre ild; svovlet skulde afsætte sig i kondensationskammer, som forøvrigt byggedes altfor smaa. Arbeidet indstilledes, da anlægget saavidt var færdig.

^{**) Kwartsgehalten var i alle fald saa stor, at den fattige malm blev opberedet ved et pukverk i nærheden.}

Ved gruben anstaar først og fremst de vanlige Røros-skifere; herhos finder man ogsaa baade paa berghalderne ved gruberne og ved stollens dagaabning en del granulit og granulitisk straalstenskifer, af nøiagtig samme petrografiske beskaffenhed som ved hovedfeltet.

Af en ældre beretning (fra ca. 1810) hidsættes: forholdet mellem smeltemalm og pukmalm var omtrent som 1 : 2.5 à 3; smeltemalmen gav ca. 4 % garkobber; malm med 0.5 à 2 % kobber blev lagt tilside som pukmalm, som i opberedet tilstand gav 1.4 % garkobber.

Grev Mølte grube (beliggende paa sydsiden af Folla, ca. 4 kilom. fra Foldals verk og ca. 300 m. over Folla). — Hovedgruben er efter et gammelt kart (Sindings befaringsprotokol, 1847) afsynket til ca. 44 m's dyb og tilsammen opfaret i ca. 50 m's længde; mægtigheden skal have været op til 5 m., men er i skram, i enden af feltorterne, meget mindre, etsteds ca. 1.5 m., et andet sted endnu mindre. Forekomsten er altsaa en linse af ikke særdeles store dimensioner. Kisen er den samme som ved hovedfeltet. — I strøgets fortsættelse mod VSV, ca. 70 m. fra hovedgruben, finder man et lidet dagbrud paa den i dagen uddoende rest af leiestedet.

Omkring gruben ser man glimmerskifer og granulit-lignende kvartsskifer (strøg ONO, fald 70° NNV, — undertiden strakt, med retning 45° mod V), men ikke egentlig granulit. Derimod ligger der efter de gamle beskrivelser (Sinding, 1847), hist og her inde i kisen nogle «gangbergkiler» af nøiagtig samme slags som i Foldalens hovedgrube, — altsaa granulit.

Om kisforekomsternes dannelse.

Alle de geologiske observationer i Foldalsfeltet taler for, at kisen her — saaledes som tidligere fremholdt af berg-

mester Strøm*), bergmester Sinding m. fl. og i de senere aar af A. Helland, — er af sedimentær oprindelse, afsat samtidig med de omgivende skifere.

For det første følger kisen ved Foldals-forekomsterne, baade i de store og i det smaa og saavel i strøg som fald, efter skiferlagene, — et moment, som forøvrigt ikke maa tillægges for stor vægt, da forekomsterne jo kunde tænkes at være «Lagergänge». Af større theoretisk betydning er, at kisen selv er lagdelt, og at man undertiden finder aldeles utvivlsom veksellagring mellem kis og de omgivende sedimentære bergarter. Ved Juliane Marie & Godthaab grubefelt har man saaledes to lange, parallelle ertsniveauer, følgende skikterne, — det ene med vanlig svovlrig og kobberfattig kismalm, det andet, kun adskilt fra det første ved mellemliggende skifer paa et par meters mægtighed, med en ganske anden slags malm, nemlig kobberkis med lidt magnetkis og svovlkis samt en hel del kvarts.***) I bergfæsterne i Foldalens hovedgrube kan man, som tidligere omtalt, jævnlig se forskellige slags malme (vanlig kismalm med vekslende kvarts- og kobber-gehalt, kobberkis-malm med forholdsvis meget kvarts, «vaskis» osv.) regelmæssig veksle med hverandre indbyrdes og med indlagret skifer og granulit, uden at fenomenet paa nogensomhelst maade kan forklares som «baandstruktur». Videre optræder der undertiden i det hængende (og liggende?) for det store kiseniveau (nemlig hovedleiet, — kjærnepartiet, — med fortsættelser mod Ø og V) baade store og smaa kisleier, i regelmæssig veksellagring med skiferen. — Selv i haandstykker giver de forskellige skikt sig jævnlig meget tydelig tilkjende, baade ved Foldalens grube og ved de øvrige forekomster; sær-

*) Magazin for naturvidenskaberne, 5te bind, 1825.

**) Aldeles analog veksle forefindes ogsaa ved Åreskutans ertsforekomster, se I. H. L. Vogt «Om malmforekomster i Jemtland och Herjedalen». (Sveriges geologiska undersökning, 1887).

lig bemærkes, at paa berghalderne ved Juliane Marie & Godthaab ligger der en hel del kisblokke, hvor zinkblendelige og fattige skikt jævnt følger efter hinanden. — I fortsættelsen af de næsten aldeles kompakte, brydværdige kismasser indeholder skiferen en mere eller mindre rigelig impregnation af svovlkis, som ofte følges i lang udstrækning, altid efter lagpladerne.

Aldeles analoge observationer kan man,*) som jeg selv paa adskillige steder har havt anledning til at overbevise mig om, foretage ved en hel del af vore øvrige forekomster i det Trondhjem'ske, ved Hardanger-Karmøen, i Ranen og Skjærstad i Nordlands amt, osv.***) — Her skal kun i største korthed indskydes beskrivelse af en kisforekomst, hvor afhængighedsforholdet mellem kisen og skiferens skikter fremgaar paa en usædvanlig instruktiv vis.

Ved **Sjola** eller **Ulrichsdal** grube****) (beliggende nær landeveien i skaret mellem Melhus og Klæba, ca. 5 kilom. Ø for Heimdal jernbanestation) danner skiferne (som efter geologisk rektangelblad Melhus hører under «Trondhjem-Støren-gruppen», der sandsynligvis ekvivalerer Røros-skiferne) en synklinnal fold, med foldningsakse N-S, omtrent parallel grænsen med det nærliggende saussuritgabbro-felt i Vasfjeldet. Inde i skiferen ligger en hel del store, leieformigt optrædende kislinser (længde i alle fald op til 100 m., mægtighed undertiden op til ca. 5 m.) med malm af omtrent samme beskaffenhed som ved Fol-

*) Se herom bl. a. de tidligere detailbeskrivelser af A. Helland.

**) Tidligere har jeg foretaget en hel del mere eller mindre indgaaende undersøgelser af vore kisforekomster; heraf er hidtil kun publiceret beskrivelse af Varaldsoens kisleit (Archiv for mathem. og naturv., 12te bind).

***) Se Th. Kjerulf. Nyt mag. f. naturv. B. 21, pag. 83—84. — A. Helland, Univ. program 1873, pag. 41. — Besøgt af mig sommeren 1883. Gruberne er forlængst nedlagte, terrainet stærkt tildækket, berghalderne delvis bevoksede med skov.

dalen, kun endnu mere fingrynet. Inden hvert enkelt af de to grubepartier, et østre og et vestre, hvori feltet deler sig (se kartskitsen og profilet, fig. 11), ligger de forskellige kislinser paa næsten noiagtig samme skiferniveau; dels følger de efter hinanden i strøgets retning, og dels er de kun adskilte fra hinanden ved skiferlag paa nogle faa meters mægtighed. Af profilet fremgaar for det første, at det østre og vestre grubefelt tilhører samme skiferhorizont; videre ser man, at skiferen i de bølgende lag i foldens dybeste punkt, netop i kisiniveauets fortsættelse, er stærkt rustsprængt og førende en del, sandsynligvis forholdsvis smaa kislinser.

Forholdene her kan ikke fortolkes paa anden maade, end at kisen oprindelig tilhørte skiferen, og at *kispartierne deltog i foldningsprocessen*.

Inden Foldalens hovedfelt ligger de fleste af de mere betydelige kismasser, nemlig Lillegruben, hovedleiet og partiet CD i øvre stoll, muligens endnu flere, paa saa at sige noiagtig samme skiferniveau; der kan ikke være differencer paa i høiden mere end et par m. De øvrige kismasser derimod optræder nogle faa m. (ca. 10—30) op i det hængende (og liggende?) for det store kisdrag.

Om de i granuliten indlagrede skiferfelt, hvori kiserne ved hovedfeltet, Knutshovd skjærp og Grimsdalens grube hører hjemme, hænger umiddelbart sammen, eller om de er at opfatte som særskilte, af hinanden uafhængige skiferlinser, kan ikke afgjøres, da marken er stærkt tildækket; spørgsmaalet har forøvrigt liden theoretisk interesse. Saa meget kan dog sees, at skiferen paa alle tre steder ligger forholdsvis paa samme niveau inden granulitzonen, idet granuliten i det liggende overalt er lidt mægtigere end i

det hængende. — De tre kisforekomster optræder følgende nøiagtig eller næsten aldeles nøiagtig paa samme plads i lagraækken.

Grev Molkte grube og Juliane Marie & Godthaab grubefelt ligger derimod paa et betydelig lavere niveau i skifersystemet, nemlig resp. ca. 0.75 og ca. 2 kilom. lavere ned end den nedre grænse mellem granulit og skifer.

Ogsaa ved disse forekomster finder man, som tidligere omtalt, en del granulit, dels som lag i skiferen lige ved kisleiet og dels som «gangberg» inde i selve kisen, og samme bergart foreligger ogsaa ved Rødals grube.*) Heraf følger, at kisen ved samtlige ertsfelt i den øvre og midtre del af Foldalen er bleven afsat under samme lokale forhold; de chemiske og fysiske betingelser ved sedimentationen fremkaldte i principet overalt samme slags bundsætninger (kis, granulit og skifer).

Kismassernes udprægede linseform og de store udvidelser og indsnævringer inde i selve den centrale del af kisladerne, som fex. ved hovedleiets kjærneparti, synes ved Foldalens hovedfelt i alle fald for den væsentligste del at skyldes den primære afsætning og ikke senere mekaniske presfenomener. Skiferen mellem de to tykke, kompakte granulitmure, som paa grund af sin solide karakter maa have virket beskyttende paa den indleiede skifer og kis mod rent lokalt optrædende ydre trykkræfter, viser vistnok nogle mindre bøjninger (se tverprofil fig. 3 og kart fig. 7), derimod opdages intetsteds lokale sammenstuvninger og presninger. De store kismægtigheder over enkelte strøg synes følgende ikke at kunne være fremkaldte derved, at kisen over begrænsede strøg er bleven sammenpresset efter lagpladen. — Noget andet er, at feltet muli-

*) Mikroskopisk undersøgelse af H. Møhl, *Nyt mag. f. naturv.* B 23, 1877.

gens i sin helhed kan være bleven strakt i en eller anden retning, navnlig i vertikalretningen, hvor linserne sandsynligvis har sine største dimensioner. *)

I Skandinavien foreligger der efter min opfatning flere forskellige grupper af sedimentære ertsleiesteder; de enkelte forekomster inden hver gruppe ligner hinanden saa noie, at de maa være dannede paa nogenlunde noiagtig samme vis. — Til en gruppe henregnes magnetjern- og jernglans-leiestederne i den øvre del af grundfjeldet med typus Arendal, Langø, Ulefos og Næverhougen (ved Bodø) i Norge, Persberg, Grängesberg, Norberg, Dannemora og Gellivara i Sverrige, — en anden gruppe er kisforekomsterne i skifer, i det Trondhjem'ske, Hardanger-Karmøen, Ranen-Skjærstad-fjordene, mm., med typus fex. Foldal, — en tredje de falbaandlignende leiesteder af magnetkis, kobberkis, svovlkis, underordnet magnetjern, med kvarts, hornblende, feldspath osv. i grundfjeldet, med typus fex. Boilestad og Skyttemyr gruber i Froland ved Arendal, Bodalens gruber paa Averøen ved Kristiansund. **)

De forskellige jernerts-forekomster udmærker sig bl. a. i regelen derved, at der omtrent samtidig med jernertsen blev afsat forholdsvis betydelige mængder kulsur kalk; (fex. ved næsten alle de Arendal'ske forekomster, paa Langøen, i Fensfeltet ved Ulefos, ved Næverhougen pr. Skjærstadfjorden, Dunderlandsdalen pr. Ranenfjorden, — videre

*) Cfr. herom Dr. H. H. Reusch. Bommeløen og Karmøen med omgivelser, geologisk beskrevne. 1888, pag. 366—368.

**) For alle de norske forekomsters vedkommende henholder jeg mig til egne omfattende undersøgelser, som endnu ikke er publicerede. De fire førstnævnte af de svenske forekomster kjender jeg af autopsi

ved Persberg, Norberg, Dannemora*) og mange andre af de svenske forekomster). Særlig naar det betænkes, hvor sjelden kalksten optræder i de ældste skifere, maa man studse over den noie tilknytning mellem kalksten og jernerts ved de foreliggende leiesteder; kombinationen gjen tager sig saa ofte, at den maa tages med i betragtning, naar man vil bygge en teori om forekomsternes genesis.

Ved kisforekomsterne i skifer derimod træffer man, saavidt mig bekjendt, aldrig kalklag i umiddelbar kontakt med ertsen eller ertsleistedet; selve kisen kan vistnok nu og da indeholde nogle smale striber af kalkspath, og man kan naturligvis hist og her, som fex. ved Varaldsøen, Fuldalen og Åreskutan, finde kalklag i betydelige afstande over eller under ertsleistedet, men dette kan paa ingen maade sammenlignes med den intime relation mellem erts og kalklag ved jernertsforekomsterne.

Disse sidste maa altsaa være afsatte under betingelser, som samtidig gav eller kunde give anledning til dannelse af kalksten, medens omvendt kisforekomsterne er afsatte under andre lokale forhold. — Videre forskjøl er, at jernertserne uden undtagelse er ledsagede af apatit, vistnok i høist vekslende mængder, medens omvendt kisforekomsterne gjennemgaaende udmærker sig ved næsten fuldstændig mangel paa fosforsyre-mineraler; denne difference gjenfindes, saavidt det kan afgjøres efter de forskjellige beskrivelser, ogsaa ved de analoge ertsforekomster ellers i Europa.

Mellem de i skifer og de i grundfjeldet optrædende kisforekomster møder vi for det første en rent mineralogisk forskjøl; skifer-leiestederne fører nemlig oftest forholdsvis meget kis, i det hele og store mest svovlkis, og temmelig lidet kvarts, underordnet hornblende, glimmer, granat

*) Efter Dr. A. E. Tørnebohms karter.

(feldspath kun som mineralogisk sjeldenhed), de andre derimod forholdsvis mindre mængder kis, mest magnetkis, desuden hyppig magnetjern og titanjern, og nogenlunde betydelige mængder kvarts, hornblende, glimmer, feldspath m. m. Dertil kommer, at kisforekomsterne i skifer oftest er typisk linse- eller stokformige, medens de i grundffjeldet gjerne udmærker sig ved stor udstrækning i strøg og fald i forhold til mægtigheden.

En analogi mellem alle de tre slags forekomster er, at bundsætningen, som altid var lokalt begrænset, i regelen foregik periodisk, idet der blev afsat erts og skifer i veksel med hinanden. Over det først dannede ertslag finder man gjerne skifer, ofte af betydelig mægtighed, og afsat under lang tid. Derpaa følger jævnlig paany et eller flere ertslag, som blev bundsatte næsten ret over det første, og de chemiske og fysiske betingelser, hvoraft ertsdannelsen ahang, gjentog sig periodevis paa de samme lokaliteter.

I sit arbeide «Bommeloën og Karmøen med omgivelser», 1888 (pag. 368) har Dr. H. H. Reusch leilighedsvis opkastet det spørgsmaal, om ikke de i vore skifere optrædende kismasser skulde kunne forklares som dannede ved forvandling (pseudomorfose) af kalksten. — Herom maa for det første bemærkes, at der ikke foreligger en eneste direkte observation, som kunde tale til støtte for hypotesen, tvertom, vi finder ingen overgangsled mellem kis og kalksten, og, som nys paapeget, der existerer ikke ved kisforekomsterne, — saaledes som tilfældet er med vore jernerts-leiesteder, — nogen intim relation mellem kismasserne og kalksten. Videre er der i de regional-metamorfoserede og stærkt sammenpressede skiferfelter (i de Trondhjem'ske, i den ydre del af Hardangerfjorden med omgivelser, osv.) stor

forskjel mellem kalklagenes og kismassernes ydre form; de sidste er stok-, nyre- eller linseformede, de første derimod optræder som mere regelmæssige skikt; medens saaledes fex. hovedleiet i Foldal har en horizontal-længde paa ca. 250 m. og maximums-mægtighed ca. 13 m., kan kalklag, hvis mægtighed kun er 5—10 m., i de samme slags skifere følges i mange kilometers længde. Skulde enkelte af disse kalklag ved chemiske processer være blevne omvandlede til kis, maatte det ubetinget ventes, at kismasserne maatte være i ganske anden grad regelmæssig pladeformige, end tilfældet virkelig er. — Ogsaa de sparsomme, men undertiden over store strækninger løbende kisimpregnationer i fortsættelsen af de mere kompakte kismasser taler mod, at der skal foreligge forvandlinger af kalklag, — eller overhovedet af hvilketsomholst tidligere eksisterende skikt.

Som bekjendt har A. Helland (l. c.) fremsat den hypothese, at alle de Trondhjem'ske (og Hardanger'ske) kisforekomster skulde være af nogenlunde samme alder, og at de skulde tilhøre en særskilt formation («pyrit-formation») af formentlig ikke synderlig stor mægtighed. Om den opposition, nævnte hypothese har været gjenstand for, henvises til tidligere arbejder af Th. Kjerulf; her skal kun tilføies nogle bemærkninger. — Det ligger i sagens natur, at berettigelsen af en «pyrit-formation» ikke kan baseres paa studium alene af de enkelte gruber eller af de isoleret optrædende ertsfelt, men paa indgribende granskning af det hele skifersystems stratigrafi. Alligevel skal vi dog se paa, hvad vi kan lære af Foldals-feltet.

Her møder vi for det første tre indbyrdes næsten aldeles samtidige kisforekomster, men desuden foreligger inden samme felt to andre lesteder, som er afsatte paa betydelig lavere niveauer, nemlig ca. 0.75 og 2 kilometer, længere

nede i skiferrækken. Der kan følgelig her ikke være nogen ledende traad at finde i kisen.

Under mit arbejde for den «geologiske undersøgelse» (sommeren 1888) i den søndre del af Guldalen har jeg, ved at optage en serie parallel-profiler,*) havt anledning til at overbevise mig om, at samtlige i det nævnte distrikt optrædende skiferafdelinger, — nemlig Rørosskiferne (fra Røros til omkring Reitan station), de stærkt metamorfiske dioritiske skifere og hornblendeskifere m. m. (mellem Reitan og Eidet) og øverst i skiferrækken Gulaskiferne (her navnlig brun glimmerskifer, med disthen, andalusit m. m.) — fører kisforekomster, og at man selv inden hver enkelt afdeling har kis paa forskellige niveauer. — Skulde forestillingen om en pyrit-formation bibeholdes, maatte altsaa heri indbefattes omtrent hele det Trondhjem'ske skiferkomplex, og berettigelsen af den specielle benævnelse vilde blive rent illusorisk. Forøvrigt synes enkelte skifere (nemlig Rørosskiferne, de ældste i rækken) at udmærke sig ved forholdsvis noget større rigdom paa kisforekomster end de andre.

Vi bliver altsaa staaende ved den opfatning, at kisen er bleven afsat, altid under nogenlunde ens kemiske og fysiske betingelser, paa en hel del forskellige stadier under sedimentationen af omtrent den hele skiferformation; kun undtagelsesvis finder vi, at enkelte lokale rækker, — fex. inden Foldals-feltet hovedforekomsten, Knutshovd og Grimsdalen, i de søndre del af Guldalen Muggruben (?), Killingdals grube, Menna gruber, Guldalsgruberne, Kjøli, paa Varaldsøen Valaheien, Nygruben, Sandviksfjeld, Hisdalen, — er af omtrent samme alder.

Tilslut kommer spørgsmaalene: hvorledes gik kis-afsætningen for sig? — og hvorfra skrev sig oprindelig de ko-

*) Disse vil senere blive offentliggjorte.

lossale jern-, kobber- og svovlmængder? Herpaa kan endnu ikke gives nogen indgaaende, paa direkte observationer støttet udredning. Kun skal vi pege paa den nøie tilknytning mellem kisforekomsterne og visse eruptiver (gabbro og diorit), som Th. Kjerulf har gjort opmærksom paa; dette antyder, at ertsens bestanddele oprindelig skyldes eruptive udbrud. Betingelsen for rigtigheden af denne hypotetisk fremsatte forklaring er, at eruptionerne fandt sted nogenlunde samtidig med bundsætningen af de forskellige skifere.

De norske i skifer optrædende kisforekomster viser saa paafaldende lighed med mange udenlandske leiesteder (fex. Rammelsberg ved Gosslar, Harz, de spanske og portugisiske med repræsentanter Rio Tinto, Tharsis, San Domingo, videre Agordo i de venetianske Alper), at det ligger meget nær at formode, at samtlige maa være dannede paa analog vis. — Vi skal derfor i faa ord omhandle de forskjellige opfatninger om disse forekomsters genesis.

Rammelsberg-forekomstens geologi har som bekjendt været et stærkt omtvistet thema; i tidligere dage, da man i det hele og store nøiede sig med mindre indgaaende undersøgelser end nutildags, og da man tilmed ofte gjorde op teorier om ertsforekomsters dannelse uden detailstudium af gruberne, blev leiestedet betegnet som en «stok», der skulde være yngre end de omgivende skifere*) — I de senere aar derimod er der bleven fremlagt stadig flere og flere kjendsgjæringer som støtte for den opfatning, at forekomsten er af sedimentær oprindelse; det viser sig for det første, at kisen aldrig overskjærer skikerne, — og at særlig den saa meget omskrevne gafling, hvor den

*) Historisk oversigt over de forskjellige ældre hypoteser findes sammentillet i et lidet arbejde af A. W. Stelzner i Zeits d. deutsch. geol. Gesellsch. B. 32, pag. 809.

ene gren efter den ældre opfatning skulde stikke tvert gjennem skikterne, er at forklare som en fold, hvis ene arm delvis er bleven udpresset; — videre henter man det bedste argument for kisens sedimentære afsætning fra det faktum, at der her, aldeles som ved de norske forekomster, inde i selve malmen foreligger en typisk veksellagring dels mellem erts og skifer. — De store udvidelser og indsnævringer af kismægtigheden beror, efter G. Köhler*), fornemmelig paa kolossale mekaniske presfenomener ved foldningen.

Den mest bekendte geolog, nemlig F. Roemer,**) som har gjort de spanske og portugisiske forekomster til gjenstand for indgaaende studium, kommer til det resultat, at leiestederne er sedimentære; spanske geologer formoder derimod en sammenhæng mellem ertsen og den nær samme optrædende grønsten og kvartsporfyr, og den engelske geolog I. H. Collins***) fremsætter den hypothese, at kisen i leiestederne skal skyldes concentration af den kis, som oprindelig tilhørte de omgivende skifere†); herfor fremføres dog ikke fyldestgørende argumenter.

Af øvrige store kisforekomster i Europa kan mærkes: Meggen og Schwelm ved Lenne, Westphalen, Agordo i de venetianske Alper, diverse forekomster i Wicklow, Irland; alle disse leiesteder synes, at dømme efter beskrivelserne††), at være sedimentære.

*) Zeits. für das Berg-, Hütten und- Salinen-Wesen im Preuss. Staate. 1882.

**) Neues Jahrb. für Min. Geol. und Pal. 1873, pag. 256. — Zeits. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1876, pag. 354.

***) Quart. Journ. Geol. Soc. London. XLI. 1885. — Se referat af A. W. Stelzner, Neues Jahrb. für Min. Geol. Pal. 1887, II, pag. 93.

†) En saadan hypothese kan paa ingen maade forklare de norske kisforekomster.

††) Se A. v. Groddeck. Die Lehre von den Lagerstätten der Erze. 1879.

Om den geologiske alder:

De norske forekomster	siluriske,
» irske »	siluriske,
Rammelsberg, Harz	overdevon,
Meggen og Schwelm	overdevon,
De spanske og portugisiske	culm,
— samtlige altsaa fra den første og midtre del af den paläozoiske tid.	

**Foldals verks historie, særlig om de tidligere anvendte metallurgiske
udvindingsmetoder af kobber. *)**

Foldals hovedgrube blev fundet i 1745, allerede den 15de juli 1748 fik det nye verk**) sine «extensions-privilegier», og i samme aar fandt den første smeltning sted. Hovedgruben har været drevet omtrent kontinuerlig fra 1748 til 1876, kun med mindre stans i krigens aar (1809—1814) og i 1849—50; Juliane Marie & Godthaab grube-felt har været under arbejde fra ca. 1750 eller 1755 til omkring 1845 à 1848, med længere stans fra ca. 1805 til ca. 1820, og Joachimsdals eller Rødals grube (beliggende udenfor omraadet af kartskitsen, fig. 1, ca. 16 kilom. N for Enundas udløb i Folla), som i sin tid i meget væsentlig grad bidrog til produktionen, fra ca. 1751 til ca. 1770, i hvilket aar det vigtigste nyre her var udtømt; af mindre

*) Dette afsnit er fornemmelig udarbejdet af hensyn til den historiske interesse.

**) Foldals kobberverk blev oprindeligt sat igang af eierne af det nedlagte Sells kobberverk (drevet ca. 1660 eller 1663, senere nedlagt, paany optaget 1740 og drevet 6—7 aar) i Gudbrandsdalen, som ogsaa kaldtes «Fredriksgaves kobberverk»; af hensyn hertil benævnedes Foldals verk før undertiden «ny Fredriksgaves kobberverk».

betydning var driften af Bogsbergs to gruber^{*)} (i Lilleelvedal, nær Lovise hytte), Faadals grube^{**)} ved Faadal i Tønset (ca. 20 kilom. N for Lovise hytte), Helene Cathrine grube, lige ved Rødals hovedgrube, Trons grube^{***)} paa Tronfjeld, Grev Molkte grube^{†)}, flere skjærp i Høiaasen og Sølmaasen osv.

Verkets vigtigste smeltehytte i tidligere dage var Lovise hytte, ca. 35—40 kilom. Ø for hovedgruben og ca. 6 kilom. fra Lilleelvedalens kirke; videre havde man en smeltehytte (bygget 1774) og senere et ekstraktionsverk (bygget ca. 1849—50) lige ved Foldals hovedgrube, og i den korte tid, driften ved Rødals grube var i sin glans, smeltede man ogsaa ved Strøms hytte, et par mil op i Foldalen. Lokaliteten af hytterne valgtes for en væsentlig del af hensyn til kulleverancerne.

Foldals verk blev drevet for det oprindelige interentskabs regning fra 1748 til 1827, i hvilket aar det blev kjøbt af Røros kobberverk, som drev det til 1848 eller 49; derpaa blev det overdraget til et af bergmester Sinding stiftet nyt selskab, som holdt arbeidet gaaende indtil 1876 eller 1877. Driften har tidligere udelukkende gaaet ud paa at udvinde kobber (garkobber, i aarene ca. 1860—76 desuden kobbervitriol).

Den samlede produktion ved Foldals verk har været, i sk^{te} garkobber:

^{*)} Disse eller i alle fald en af dem blev drevne (med tab) 1657—72, desuden ogsaa i slutten af det 17de aarh., paany optaget 1739, drevet i længere tid, nedlagt før 1794

^{**) Faadals grube var tidligere drevet under et særskilt verk, Faadals kobberverk, som var igang i det 17de aarh. og i 1722—1747; i den sidste periode fremstilledes ved Faadals verk 741 sk^{te} garkobber.}

^{***)} Drevet 1776—78, optaget paany 1781 og arbeidet nogen tid.

^{†)} Drevet ca. 1770 og ca. 1840—46.

1748 *)	210 Sk@	210 Sk@
1749	285	285
1750	338	338
1751	238	408
1752	480	399
1753	455	470
1754	586	481
1755	344	430
1756		595
1757		638
1758		657
1759		714
1760		658
1761—64 tilsammen . .		2183
1765—66 » »		903

Altsaa i sum indtil udgangen af 1766 9370 Sk@ garkobber.

I Jens Krafts topografisk-statistiske beskrivelse (første del, 1820, pag. 581—588) opgives, at den største produktion før 1820 fandt sted i 1760, med 658 Sk@; videre angives produktion 289 Sk@ i 1781 og 350 Sk@ i 1791.

Ifølge en omhyggelig og med dygtighed udarbejdet beskrivelse (manuskript) af Foldals verk, forfattet ca. 1805 af Daldorph (senere direktør ved Røros verk), beløb den samlede produktion ved verket, fra 1748 til 1802, sig til 19 331½ Sk@ garkobber.

Ligeledes ifølge Kraft var produktionen:

1803—07 gennemsnitlig aarlig 228 Sk@

1811, 12, 14 Ingen **)

*) For aarene 1748—66 efter «Stykker af de norske bergværkers historie,» efter ældre kilder, meddelt ved myntmester Langberg, trykt i «Magazin for bergmandsefterretninger, No. 28, okt. 1877. (Den sidste kolonne efter M. T. Brännich.)

**) I «krigens aar» stansede driften næsten aldeles.

1815	31 Sk@
1816	54 »
1817	Ingen
1818	28 Sk@

Den gjennemsnitlige aarlige produktion fra verkets begyndelse (1748) indtil 1807 opgives sammesteds til 341 Sk@ — altsaa 1748—1807 i sum 20.460 Sk@. — og den hele produktion indtil 1818 aars udgang til 21.090 Sk@.

Efter en haandskreven indstilling af verkets daværende bestyrer, cand. min. Oluf Olsen (dateret ^{19/9} 1861) blev kjærnemængden (se under afsnittet «om kjærnerøstning») i aarene 1807—26, i henhold til kobberudbyttet, beregnet til ca. 16.000 Sk@; oversigten over kobberproduktionen i de nævnte aar er gaaet tabt, men vi kan alligevel komme til resultatet, idet man før altid gik ud fra, at der af kjærnen blev udbragt ca. $3\frac{1}{4}$ à $3\frac{1}{2}$ % garkobber; — resultat altsaa 1807—26 520 Sk@ garkobber af kjærnen. — I forhold til 16.000 Sk@ kjærne skulde der, efter Sindings statistik for aarene 1830—44, falde ca. 9000 Sk@ kobbermalm,*) à 4 % garkobber, hvilket giver 360 Sk@ garkobber, — sum i 1807—25 880 Sk@, for aarene 1818—26 altsaa ca. 250 Sk@ (kun fra Foldals hovedgrube). — At driften strax før 1827 var liden, og at verket i denne tid var hensygnende, med daarlig økonomi, fremgaar bl. a. deraf, at det i 1827 blev afhændet til Røros kobberverk, som købte det ikke saa meget af hensyn til gruberne, som for at blive kvit en konkurrent i trækulindkjøb.

I aarene 1827—50 blev efter O. Olsens oven citerede indstilling (^{91/9} 1861) forsmeltet 42.256 Sk@ kjærne fra Foldalens hovedgrube, og efter bergmester Sindings statistik (befaringsprorokol 1848) forsmeltedes i 1830—44

*) I O. Olsens indstilling anføres, at der i 1807—26 faldt forholdsvis meget kobbermalm (smeltetmalm).

fra Foldalens hovedgrube 23.612 Sk@ kjærne, à $3\frac{1}{2}\%$ garkobber, og 13.685 Sk@ kobbermalm, à 4% garkobber,*) — altsaa udbragt 1830—44 ca. 1374 Sk@ garkobber. Naar der forudsættes, at der i 1827—29 og 1845—50 faldt forholdsvis ligesaa meget kobbermalm som i 1830—44, og at produktionernes gehalt var konstant, blir den hele produktion 1827—50 ca. 2468 Sk@.

Ifølge O. Olsens indstilling ($^{91}/_9$ 1861) beløb produktionen i 1851—61 sig til:

1851 & 52	70 Sk@ garkobber
1853 & 54	243 » »
1855	140 » »
1856	129 » »
1857	128 » »
1858	108 » »
1859	94 » »
1860	83 » »
1861	130 » »

Sum 1851—61 1140 Sk@ garkobber.

I de senere aar har produktionen (garkobber og kobbervitriol) ifølge de aarlige driftsbetninger (som mangler for 1862—64 og 1866) været:

	Sk@ garkobber.	Sk@ kobbervitriol.	Sk@ kobber i garkobber & kobbervitriol.
1865 . .	180	ca. 62	ca. 195
1867 . .	131	ca. 140	ca. 166
1868 . .	140	ca. 100	ca. 165
1879 . .	$95\frac{1}{2}$	ca. 30	ca. 103
1870 . .	120	?	ca. 130
1871 . .	119	?	ca. 130

*) Sinding opgiver paa et andet sted i sin beretning, at der i 1830—44 i middel af alt det forsmeltede gods (heri iberegnet lidt malm fra Juliane Marie grubefelt) blev udbragt 3.42% garkobber.

	Sk@ garkobber.	Sk@ kobbervi- triol.	Sk@ kobber i gar- kobber & kob- bervitriol.
1872 . .	90	ca. 110	ca. 117
1873 . .	83	ca. 110	ca. 110
1874 . .	60	ca. 80	ca. 80
1875 . .	37		37
1876 . .	39		39

For aarene 1862—64 og 1866 kan regnes en aarlig pro-
duktion stor ca. 160 Sk@ kobber.

Oversigt over den samlede kobberproduktion. (Sk@ gjort
om til ton, à 1000 kgr)

Tons garkobber

	Samlet pro- duktion.	Gjennem- snitlig aar- lig.	
1748—55	482	60	Fra Foldals hovedgrube og desuden Rødal, Juliane Ma- rie, Bogsberg mm. — Mal- men smeltet uden foregaa- ende kjærnerøstning, undt. ca. 1775—81 og 1806. — Den store produktion i 1748—66 for en væsentlig del fra Rø- dals grube.
1756—60	520	104	
1761—66	492	82	
1767—1802	1573	44	
1803—07	146	37	
1808—26	ca. 172	ca. 9	Kun fra Foldals hovedgrube. } Malmen først kjærne- røstet (efter 1806), senere smeltet. Sinding'ske udlud- ningsmethode indført 1849. Kobberet næ- sten i sin helhed yun- det ved udludning, navnlige, i 1851—61 om- trent udelukkende, af gammelt skrov.
1827—50	ca. 393	ca. 12	
1851—61	182	17	
1862—74	ca. 293	ca. 22	
1875—76	12	6	
Sum 1748—1876	4265	34	

Brydningen i hovedgruben. — Efter aarsopgjørene udbrudt
i 1861—76 74.480 tdr.; — 1 ton = 1.9 tdr.; altsaa 39.200 tons,
eller med det senere udbrudte:

1861—1876 (eller 1888) — 40.000 tons malm.

For aarene 1852—60 foreligger opgave over det ved grubedriften anvendte pengebeløb; ved sammenligning faaes, at i

1852—60 udbrudt — ca. 7.000 tons malm.

Efter Sinding (befaringsprotokol 1848) blev i 1830—44 brudt 40.986 tons nyttigt gods (kjærnekis & kobbermalm). Videre faar man hos Sinding og i indberetning af O. Olsen (^{91/9} 1861) oplysning om det i 1827—29, 1830—44 og 1845—50 udvundne kvantum kjærne (herom mere senere), hvoraf proportionalt beregnes, at i

1827—50 udbrudt — ca. 60.500 tons malm.

For aarene 1807—26 har O. Olsen (^{91/9} 1861) i henhold til det udvundne kvantum kobber anslaaet kjærnemængden til 16.000 sk \pounds , — altsaa kjærnekisen til 160.000 sk \pounds , hvor til kommer noget kobbermalm,

ialt 1807—26 udbrudt — 25.000 tons malm.

Oversigt:

1807—26 . . . 25.000 tons malm

1827—50 . . . 60.500 » »

1851—60 . . . 7.000 » »

1861—76 . . . 40.000 » »

1807—76 . . 132.500 tons malm.

For tiden før 1807 foreligger ikke statistik over grubedriften; men man kan alligevel faa idé om det udbrudte. Man kjender for det første garkobber-produktionen fra verkets samtlige gruber, derhos ved man, at oftest beskikkes 2 dele Foldals-malm med 1 del Juliane Maria-malm, endvidere, at i den første tid (ca. 1750—67) fik man en forholdsvis betydelig kvantitet garkobber fra Rødals grube, og at Bogsbergs-gruberne m. m. undertiden blev drevne i ikke ganske uvæsentlig skala. Man kommer følgelig sandsynligvis sandheden nærmest ved at gaa ud fra, at i 1748—66 skrev halvdelen af alt det ved verket producerede garkobber, altsaa ca. 750 tons, og i 1767—1806 de tre fem-

teparter, altsaa ca. 1100 tons, — sum 1748—1806 ca. 1850 tons, — sig fra Foldals hovedgrube. Rent misvisende kan dette overslag ikke være. — Den til smeltning udskeidede malm fra Foldals grube gav efter udførlige beretninger fra slutten af forrige aarh. «ei mere end $1\frac{1}{3}\%$ garkobber» og «ikke mere end $1\frac{1}{3}$ — $1\frac{2}{3}\%$ »; vi kan derfor sandsynligvis regne $1\frac{1}{3}$ ton garkobber pr. 100 tons malm, — et resultat, som stemmer meget godt med vort kjendskab til malmens virkelige chemiske kobbergehalt og til de ved den ældre smeltmethode stedfindende betydelige kobbertab. — I henhold til de givne tal skulde der altsaa i 1748—1806 være forsmeltet ca. 140.000 tons malm fra hovedgruben.

Altsaa:

1748—1806 . . .	ca. 140.000 tons malm
1807—1876 . . .	ca. 132.500 » »
Sum . . .	272.500 tons malm.

Hertil kommer «vaskisen», der tidligere blev bortskeidet som uholdig; medtages denne, blir den totale malmproduktion fra Foldals hovedgrube sandsynligvis ca. 300.000 tons, — høit regnet 350.000, lavt regnet 250.000 tons.

Foldals verk beskjæftigede i 1794 160 betjente og arbeidere (foruden familie), videre havde 450 bønder (i Tonset, Faadalen, Tyldalen, Lilleelvedal, Øvre og Nedre Foldal) væsentlig indtægt af verket ved leverancer og kjørsler. — I 1817 beskjæftigedes ved gruberne og hytterne 98 faste arbeidere.

Om udvindingsmetoderne.

A. *Smeltningen (1748—1806)*. — I begyndelsen blev den udbrudte malm, efterat «vaskisen» var bortskeidet,

smeltet uden videre (kun efter foregaaende koldrøstning), — først til skjærsten, som efter en hel del venderøstninger blev smeltet direkte paa sortkobber, der garedes til garkobber. — 100 vægtsdele malm regnedes at give $1\frac{1}{3}$ eller $1\frac{1}{3}$ à $1\frac{2}{3}$ (høit regnet) vægtsdele garkobber. — Da skjærstenen var meget fattig paa kobber, maatte man, for kun ved en enkelt smeltning at faa sortkobber, drive skjærstensrøstningen meget intensivt; man vanderøstede ikke mindre end 12—14 gange og bortoxyderte herved omtrent alt svovl, saa man ved den anden smeltning næsten ikke fik noget sporsten; til gjengjæld blev selvfølgelig forslagningen af kobber urimelig høi. (Sortkobber-slaggen blev ikke omsmeltet.)

Kultilgangen ved malmsmeltningen*) (oftest 2 dele Foldals-malm og 1 del Juliane Marie-malm) var efter en opgave af 1805, hvormed temmelig nøiagtig stemmer en anden opgave af 1794, i middel $1\frac{13}{32}$ læst pr. bergtdr. raa malm, — altsaa, naar 1 tdr. regnes = 0.5 ton, 5.22 m^3 trækul pr. ton malm. — Til sammenligning anføres, at ved Røros hytte med to underafdelinger (Lovise og Eidets hytter), Meraker verk og Huså verk (Jämteland) medgik i middel i tiden omkring 1870 ved malmsmeltningen pr. ton malm resp. ca. 1.84, 1.89, 2.26, 2.49 og 3.26 m^3 trækul**); efter slaggens beskaffenhed er Foldals-malmen omtrent saa tungsmeltelig som den vanlige Røros-malm (kultilgang 1.84, 1.89 og 2.26 m^3). Aarsagen til, at man ved Foldals-hytterne før 1806 brugte over dobbelt saa meget kul som senere ved de forskellige Røros-hytter, maa søges i uheldig ovnskonstruktion og kanske særlig i lidet rationel blæst. — I en beretning af 1805 foreslaaes en hel del forbedringer, bl. a. færre

*) Uden hensyn til de senere smeltninger.

**) Se I. H. L. Vogt. Om smeltningseffekten af trækul og kokes. Norsk teknisk tidsskrift, 1884.

venderøstninger, ved hyttedriften; det kalkuleredes, at man herved skulde spare saa meget kul, at 2400 tdr. malm, med formodet kobberindhold 170 Sk@ garkobber*), ved samtlige smeltninger (men ikke røstningerne) ikke skulde kræve mere end 3000 à 3200 læst trækul; 1 ton garkobber vilde altsaa i dette fald behøve 215—225 m³ trækul. Sandsynligvis medgik der i slutten af forrige aarh. i middel mindst ca. 300—350 m³ trækul pr. ton garkobber; da driften gik for sig i ganske stor skala efter de primitive forhold (produktion 3067 tons garkobber 1748—1802), begyndte skovene i den høitliggende egn lidt efter lidt at tyndes, — man blev folgelig for alvor tvunget til at forsøge at faa reduceret kultilgangen pr. ton garkobber.

B. *Kjærnerøstningen (1807—48)*. Allerede i 1770-aarene havde man lagt mærke til, at der ved malmrøstningen i midten af hvert enkelt stykke malm dannedes et forholdsvis kobberrigt parti («kjærne»), medens omvendt skallet («skrov») blev forholdsvis kobberfattigt. Man prøvede at skeide den røstede malm i «kjærne», der smeltedes, og »skrov», der kastedes som uholdigt, men eksperimenterne blev indstillede efter nogle faa aars forløb (ca. 1775—81). I 1806 blev forsøgene paany optagne,**) og senere gik kun den rigeste malm (smeltemalm eller kobbermalm, i modsætning til kjærnemalm) umiddelbart til smeltning. — For at kjærnedannelsen skulde blive vellykket, maatte røstningen ske extra langsomt og ved forholdsvis lav temperatur;***) i modsat fald vilde sulfidet i sin helhed smelte og sive tilbunds.

*) Svarende til 2.2 % garkobber af det smeltede gods (1200 tdr. malm og 150 tdr. kjærne fra Foldals hovedgrube, 450 tdr. malm fra Godthaab, 350 tdr. malm fra Vingelen, 250 tdr. pukverksslig).

**) Senere er kjærnerøstning, tildels efter monster fra Foldal, indført ved Agordo (Italien), Wicklow (Irland) og flere andre steder.

***) Røsthobene dækkedes i den anledning usædvanlig omhyggelig med et forholdsvis tykt grusdække, saa røstningen varede ikke mindre end 3—4 maaneder (Stromeyer).

Om aarsagerne til kjærnedannelsen foreligger der allerede en temmelig omstændelig literatur. *) — De kjendsgjærninger, man maa tage med i betragtning, naar fenomenet skal forklares, er i korthed: kjærnedannelse finder altid sted, om end ofte i ringe udstrækning, ved røstning af kobbersulfid-ertser, som er opblandede med svovlkis eller magnetkis, ligegyldig hvilken af disse to (altsaa kan den svovlmængde, som afdestilleres ved opvarmning af svovlkis, ikke udøve nogen indflydelse); ikke alene kobbergehalten, men ogsaa nikkelgehalten (se herom i det paafølgende arbejde i Archiv for mathem. og naturv., af cand. min. C. Riiber) koncentrerer indadtil, medens omvendt jernmængden delvis vandrer udover mod overfladen af stykkerne, **) og kobber (og nikkel) optræder i det endelige produkt fortrinsvis som sulfid, jernet fortrinsvis som oxyd; koncentrationen gaar for sig zonevis; kjærnedannelsen finder sted, — efter hvad jeg selv gjentagne gange har havt anledning til at iagttagende ved Røros, — ogsaa ved de malmstykker, som ligger nær overfladen af røsthobene, og som har været udsatte for saa lav temperatur, at jernoxyd-skorpen er jordagtig og kirsebærrød, ikke krystallinsk og sort; koncentrationen synes altsaa at maatte kunne gaa for sig ved en temperatur, som ligger under kobber- og nikkel-sulfidernes smeltepunkt.

Den nærmest liggende forklaringsgrund, — som i væsentlige punkter stemmer overens med den allerede af Plattner angivne, — synes at være følgende: Eftersom røstningen skrider frem, finder der sted en zonevis oxyda-

*) v. Lürzer. Tunner's Jahrb. 1853, pag. 339, — 1854, pag. 242.
— Berg- und hüttenm. Zeit. 1853, pag. 440.

C. F. Plattner. Die metallurgischen Röstprocesse. 1856, pag. 189—199. Videre literaturfortegnelse i Plattners og B. Kerls lærebøger.

**) Hvorledes det forholder sig med de øvrige metaller, er ikke sikkert paavist.

tion, idet først jern- og senere kobber- og nikkel-sulfiderne gaar over til oxyd (med sulfat); paa grund af affinitetsforholdene maa der blive en vekselvirkning mellem de dannede kobber- og nikkel-oxyder paa den ene side og jern-sulfidet paa den anden; da jernet i den zone, hvori kobber- og nikkel-oxyderne befinder sig, allerede er bleven oxyderet (til oxyd og sulfat), maa omsætningen finde sted med jern-sulfid, som befinder sig lidt, om end kun ganske lidt, længere ind mod centrum. Ved denne ombytning rykker kobber- og nikkel-mængderne lidt, vistnok kun forsvindende lidt, indover, medens omvendt jernet rykker udover; ved stadig fornyet oxydation med vekselvirkning og deraf følgende bevægelse indadtil vil koncentrationen kunne forklares.

Den her angivne fortolkning af kjærnedannelsen svarer fuldstændig til de gjældende hypoteser om den molekulære vandring af kul ved cementations- og aduceringsprocesserne ved jern. — Hypotesen fordrer, at ikke alene kobber, men ogsaa nikkel, skal koncentreres indadtil, — noget, som ogsaa erfaring bekræfter. Da kobberoxyd, paa grund af affinitetsforholdene, omsættes forholdsvis lettere end nikkeloxyd med jernsulfid, maa det endvidere paa forhaand ventes, at kobber koncentreres i stærkere grad end nikkel; at ogsaa dette faktisk indtræder, kan man være temmelig sikker paa, idet man nemlig ved vore nikkelverk utvivlsomt for lang tid siden maatte have været opmærksom paa kjærnedannelsen ved den nikkelholdige magnetkis, hvis koncentrationen her havde været ligesaa stærk som ved de vanlige kobberførende kismalme. De af Riiber udførte analyser viser en utvivlsom kjærnedannelse ved nikkelmalm; samtidig ser man dog ogsaa, at koncentrationen paa langt nær ikke er saa intensiv, som den pleier at være ved tilsvarende kobbermalm.*)

*) Forholdet mellem Ni + Co i skrog og kjærne i den af Riiber

I hvor stærk grad anrigning af kobber finder sted, viser bedst følgende analyser af kjærne, dannet ved kjærnerøstning af Foldalens fattige malm (med kun 1.5—2.2 à 2.5 % kobber.)

Analyser, foretagne ved verket i 1869—70:

Kobbergehalt i

blaa	kjærne . . .	52.53 %	kobber
blaalig gul ^{*)} .	do. . . .	24.28 »	»
gul	do. . . .	20.82 »	»
raa	do. . . .	9.78 »	»

Stromeyer anfører en analyse af kjærne med 42 % kobber.

I det metallurgiske laboratoriums samling opbevares bl. a. en kjærnerøstet malmstuf fra Foldalen, i hvis midte der sidder et stykke gediegent kobber; dette maa være bleven dannet ved indvirkning af kobberoxyd paa kobbersulfid ($\text{CuS} + 2 \text{CuO} = 3 \text{Cu} + \text{SO}_2$)

Fra 1806 og helt op til ca. 1870 udførtes kjærneskeidningen i Foldalen paa den maade, at den under aaben himmel og paa bar bakke røstede malmhob umiddelbart efter afkjølingen blev haandskeidet. Selve sulfidkjærnen har vistnok i og for sig været ganske rig paa kobber, men da det ikke lykkedes at faa kjærnen fri for mekanisk vedhængende jernoxyd (skrov), blev produktets midlere kobbergehalt ikke høi, med rundt tal kun 4 % kobber chemisk indhold (3 à 3.5 % garkobber).

Efter Sindings statistik (1848) blev der i 1830—44

undersøgte stuf er som 1 : 2.86, medens vi for kobber finder 1 : 3.88, — altsaa en del mere, som det a priori maatte ventes; dette kan dog muligens være foraarsaget ved en ujevnt fordelt gehalt af kobberkis i malmen.

*) Det ved kjærneprocessen dannede kobber- og jernsulfid skulde efter dette antage blaalig farve ved en kobbergehalt under kobberkisens.

fra hovedgruben af 289.707 Sk \textasciix udfordret gods ved skeidning vundet 13.685 Sk \textasciix eller 4.72 % smeltemalm (som sættes til 4 % garkobber) og 243.427 Sk \textasciix eller 84.0 % kjærnekis, som ved kjærneskeidningen leverede 23.612 Sk \textasciix eller 9.7 % kjærne. — Ved en prøvesmeltning i 1843 gav kjærnen 3 % udbragt garkobber, og ved en lignende prøvesmeltning i 1844 fik man af kjærnen 8.75 % skjærsten à 42.4 % kobber (forslagningstabet antaget dækket ved kobbergehalten i paasat sortkobberslag), — altsaa 3.71 % kobber, chemisk indhold, i kjærnen.

Ved siden af de 9.7 eller 10 % kjærne faldt der efter Sinding ved skeidningen i middel 58 % skrov,*) som fremdeles indeholdt i alle fald saa pas meget kobber, at det senere lønnede sig godt at ekstrahere det paa vaad vei.

En del bestemmelser af kobbergehalten i en række skrov-stuffer gav (efter analyse af hytteskriver Johnsen, Røros):

0.90, 1.20, 1.50, 1.54, 1.57, 1.66, 1.73, 1.77, 1.88, 2.20, 2.85, — middel 1.7 % kobber.

Stromeyer (l. c.) anfører, at kjærnen holdt over 1 % kobber, mest som sulfat.

Ved den senere udludningsproces udvandt man, ifølge verkets daværende bestyrer O. Olsen (19/9 1861), ca. $\frac{5}{8}$ à $\frac{3}{4}$ % garkobber af skrovet; da det ikke kan paaregnes, at man i praxis fik tilgodegjort mere end omkring halvdelen af den virkelige kobbergehalt, og da endvidere skrovet havde ligget udsat for lange tiders indvirkning af regn og snevand, kan skrovets oprindelige chemiske kobbergehalt ikke sættes under ca. 1.5 %.

Ved kjærnerøstningen og skeidningen fik man kun til-

*) 100 dele ren svovlkis (Fe S_2) giver 66.67 % oxyd ($\text{Fe}_2 \text{O}_3$); naar man tager hensyn til det med skeidningen forbundne spiltab, synes resultatet ganske naturlig.

godegjort 9.7 % kjærne, à ca. 3.5 % garkobber; i forhold til hele kjærnekisen blev altsaa kun udvundet $9.7 \times \frac{3.5}{100} = 0.34$ % garkobber. Da kjærnekisens samlede kobbergehalt kan sættes til ca. 2 à 2.2 %, blev følgelig kun nyttiggjort ca. $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{7}$ af kobbermængden; resten gik tabt, i alle fald foreløbig. *)

Efter Sinding (1848) medgik der ved skjærstenssmeltningen i aarene 1830—34, 1835—39 og 1840—44 pr. 100 sk^{te} malm & kjærne resp. 25.65, 23.54 og 22.69, middel 23.82 læst trækul, — altsaa pr. ton malm & kjærne resp. 3.10, 2.85 og 2.77, middel 2.88 m³ trækul. Dette var vistnok et betydeligt fremskridt mod tidligere, men kulforbruget var dog fremdeles 40—50 % høiere end ved Røros-hytterne i tiden omkring 1870 ved smeltning af tilsvarende malme. — Ved samtlige smeltninger forbruges der (Sinding, 1848) i 1830—44 pr. ton malm & kjærne 4.545 m³ trækul (desuden noget røstevod); da 1 ton malm & kjærne gjennemsnitlig gav 3.42 % garkobber, var kultilgangen pr. ton garkobber 133 m³ trækul, — mod tidligere mindst ca. 300—350 m³. Indførelsen af kjærneskeidningen medførte altsaa en betydelig besparelse i smeltearbeidet, men til gjengjæld maatte man for at faa udvundet det samme kvantum garkobber bryde ca. 2.5—3 gange saa meget malm, og desuden havde man det kostbare arbeide ved kjærneskeidningen **). — Det

*) Pr. 10 000 sk^{te} udfordret gods fik man i 1830—44 i middel (efter Sinding, 1848):

472 sk ^{te} malm à 4 % garkobber . . .	18.88 Sk ^{te} garkobber
8400 sk ^{te} kjærnekis, som gav	
814 sk ^{te} kjærne à 3.5 % garkobber . . .	28.49 » »

Sum 47.37 Sk^{te} garkobber,

altsaa ikke fuldt 0.5 % garkobber af alt det udskudte.

**) Selve kjærne-røstningen og skeidningen kostede, med samtlige disse processer paahvilende udgifter, i tiden omkring 1845 (efter Sin-

er derfor høist tvivlsomt, om kjærneskeidningen, saaledes som den blev udført fra 1806 til 1848, virkelig var et fremskridt.

Først i slutten af 1860-aarene, efterat ekstraktionsmetoden forlængst var indført, gjorde man en temmelig gjen-nemgribende omordning i kjærneskeidningen. — Man havde ved en del forsøg vundet erfaring for (efter indberetning af O. Olsen, $\frac{2}{2}$ 1870), at skrovet ved at ludes og senere tørres oftest smuldrede let, — at kun det blaalig haard-brændte skrov modstod smuldringen, — at man paa et vist tidspunkt under smuldringen med største lethed kunde skille kjærnen omtrent aldeles fri for skrov, — at det nævnte punkt omtrent indtraadte, naar man ved ludningen havde extraheret alle opløselige salte, — at kjærnen des bedre modstod ludningen, jo rigere den var, — og at kun den fattige kjærne let forvitrede, medens den rige, blaa og gule kjærne tildels forblev uforandret.*)

I henhold til disse erfaringer begyndte man i 1869 med at lede vand over de færdig brændte røsthobe, efter-at disse var afklædte sit stybbedække; ludningen fortsattes, til luden var bleven saa svag, at den ikke længer var tjenlig til kobberfældning. Efter at rosten var bleven tør, skeidedes den paa vanlig vis**); den producerede kjærne, som var saa at sige fri for skrov, holdt 12—16 % kob-

ding, 1848) pr. 21500 Sk@ kis eller 2150 Sk@ kjærne 97 $\frac{1}{2}$ Spd, — altsaa pr. ton kis kr. 1.13, pr. ton kjærne ca. kr. 11.35 og pr. ton garkobber ca. kr. 325. — I tiden omkring 1860 regnedes kjærneskeidningen alene til 15 Spd. pr. sk@ garkobber, — altsaa ca. kr. 375 pr. ton garkobber.

*) Smuldringen og den forholdsvis store lethed, hvormed skrov og kjærne kunde skilles fra hinanden, skyldtes antagelig udvaskningen af de opløselige kobber- og jernsulfater.

**) Skeidningen efter den gamle methode kostede 15 Spd. pr. Sk@ garkobber (1860), efter den nye kun 12 $\frac{1}{2}$ Spd.

ber*); den var saa rig, at den gik direkte til venderøstningen. — Man fik naturligvis meget mindre kjærne, men koncentrationen blev mere effektiv, methoden følgelig mere rationel**), endvidere fandt der en hel del omtrent gratis lud til ekstraktionsarbeidet. Med denne slags kjærneskeidning fortsatte man, om end i liden skala, de faa aar efter 1870, verket fremdeles var i drift.

C. *Den Sinding'ske udludningsprocess* (1849—76), som blev foreslaaet af Sinding***)) i 1847, gik ud paa at ekstrahere kobber af det røstede gods og senere fælde med svovlvandstof.†) I begyndelsen havde man i de gamle skrovhøuse overflødig nok raamaterial, man behøvede kun at bryde i gruben for at skaffe kis til fremstilling af svovlvandstof; først i 1860-aarene var skrovforraadet opbrugt, man blev følgelig nødt til at drive i gruben paa vanlig vis. — Det røstede gods (gammelt skrov eller koldrøstet malm) blev

*) I 1870 udbragtes 12 % og i 1871 15.5 % garkobber af den udskeidede kjærne (med smelteudgift ca. kr. 230 pr. ton garkobber.) — Den nye slags kjærneskeidning kunde ikke med fordel anvendes ved kis med under 1—1.2 % kobber, idet kjærnerne i dette fald blev for smaa.

**) Før havde 1 sk@ garkobber, fra regnet grubeudgifter, kostet ca. 50 Spd. (kjærneskeidningen 15 Spd., kjørsel til Lovise hytte 8, smeltningen 25), — senere kun ca. 28 Spd. (samme udgift til kjærneskeidning, men meget mindre kjørsel og smeltning). — Forbedringen i kjærnerøstningen sammen med nogle forandringer ved fældningen medførte, at verkets produktionspris pr. ton garkobber sank fra kr. 1510 i 1870 til kr. 1180 i 1871.

***)) Ved de oprindelige generatorforsøg, foretagne af Sinding i forbindelse med Stromeyer ved Lerens kromfabrik pr. Trondhjem, tilsigtedes egentlig ikke at fremstille svovlvandstof, men at afdestillere svovl: af kis med 50 % S vandt man i hoiden de 11 %, altsaa mellem $\frac{1}{4}$ og $\frac{1}{5}$; ved destillation i retorter fik man 14 %, altsaa kun lidet mere (Stromeyer).

†) At fælde med gammelt jernaffald vilde af transporthensyn blive for dyrt. (NB. Senere blev ved et par Trondhjem'ske kisforekomster forsøgt at fælde med jernsvamp, reduceret af den afrøstede kis.)

styrtet i temmelig store basiner eller kumme, hvor de opløselige kobber- og jernoxydul- & oxyd-sulfater ekstraheredes med vand og tidligere anvendt lud. *)

Svovlvandstof fremstilledes ved at lede generatorgas, af kun halvveis forkullet ved**), — altsaa rig paa kulvandstoffer, — gennem glødende svovlkis, som blev holdt i brand i en liden skaktovn, med lidt lufttilgang***); generatoren, som laa lige ved kisoovnen, †) gik med blæst. ††)

*) Jernoxydsulfat virker opløsende paa CuO , under dannelse af jernoxydulsulfat — Ved et par af Stromeyer foretagne laborieforsøg med finknust skrov, som holdt resp. 1.30 og 1.57 % Cu, ekstraheredes med rent vand resp. 94 og 92 % af den hele kobbergehalt; saa gode resultater kunde dog ikke paaregnes ved processen i det store, idet godset her ikke var knust.

**) Tørret ved med trækulstykke, sagflis m. m. m. Ved brug af ordentlig forkullet trækul fik man kun lidet svovlvandstof; beg og tjære derimod gav, paa grund af de store kulvandstofgehalter, udmærkede resultater.

***) Metoden blev senere overført til Rio Tinto-felterne i Spanien og blev der grundlaget for den nu brugelige Hartmann'ske fremgangsmaade til fremstilling af svovlvandstof. (Se bl. a. Allgemeine Metallurgische Zeitung, B. I, 1882. No.4.)

†) Tegning af generatoren med kisoovnen er meddelt i Berg- und hüttenmännische Zeitung, 1862. No. 15.

††) Udgifterne og kultilgangen pr. ovn pr. døgn var:

	1867	1868	1869
Trækulforbrug, m^3 . . .	0.88	0.92	0.84
Vedforbrug, favn. . . .	0.44	0.43	0.45
Samlet udgift kr. . . .	11.36	11.00	10.60

Over $\frac{2}{3}$ af alt det fremstillede svovlvandstof medgik til at reducere jernoxydsulfatet.

Pr. ovn pr. døgn fremstilledes ca. 32 kgr. garkobber, i den senere driftstid noget mere. — Samtlige fældningsudgifter (incl. røstning og kjørsel af ovnskis) var i 1863—66 ca. kr. 330 pr. ton garkobber, senere lidt mindre. De paafølgende smelteudgifter pr. ton garkobber beløb sig til ca. kr. 250 (efter forskjellige aarsberetninger).

H₂S dannedes ved indvirkning af C_nH_m*), H**) og H₂O***) paa det ved opvarmningen af svovlkisen friblivende svovl, desuden ogsaa ved vekselvirkning mellem SO₂, H₂O og C†). — Ovnene gik ganske godt, om man end leilighedsvis ved altfor rigelig lufttilgang fik SO₂ istedenfor H₂S.

Luden lod man falde som fin duskregn, helst flere gange paa rad, ned i et indelukket kammer, som ovnsgasen (H₂S med N, CO₂, CO, H, SO₂, H₂O osv.) passerede gennem.

I 1860-aarene var ikke mindre end 5 ovnspar (bestaaende af generator og kisbrænder) igang. Af hensyn til klimaet kunde driften kun gaa for sig 130—180, middel 150 døgn om aaret. — Efter en hel del maalinger passerede der udfældningsapparaterne, ved de 5 ovne, pr. døgn i middel 133½ kubikfavn lud, som gennemsnitlig gav 1 sk@ garkobber pr. døgn. 1 liter lud leverede altsaa 0.193 gr. kobber; da lidt kobber gik tabt ved fældningen og den senere behandling, kan man regne, at 1 liter lud i middel holdt 0.2 à 0.22 gr. kobber. — Efter en analyse, som antoges at representere middelet, holdt luden pr. @ (ca. 470 cm³) før fældningen:

0.735 gr. Fe₂O₃ og 0.7578 gr. FeO;

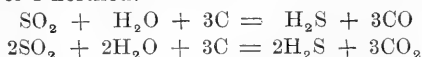
en anden analyse gav, efter fældningen, pr. @:

*) C₂H₄ omsætter sig ved opvarmning med S, under udsondring af C, fuldstændig til H₂S (Davy, Gmelins Handbuch der Chemie, B. 4, pag. 525); det samme er sandsynligvis ogsaa tilfælde med CH₄ (Stromeyer)

**) Svovlkis glødet i tør vandstofgas giver svovlvandstof i rigelig mængde. — 100 dele svovlkis gav som rest ved glødning i tør H 78 dele svovljern; der sublimerede svovl, og gasen fældte ved ledning gennem blysukkeropløsning 100 dele PbS = 13.3 dele S. Da ialt 22 dele svovl var uddrevet af svovlkisen, maa heraf de 60 % have forbundet sig med H til H₂S (Stromeyer).

***) FeS giver ved opvarmning i vanddamp en blanding af H₂S og H; tilbage blir Fe₂O₃ med Fe₃O₄.

†) De kemiske processer, som ligger til grund for den Hartmann'ske metode, er i korthed:



1.944 gr. FeO og 3.35 gr. SO_3 , — altsaa pr. liter ca. 0.20 à 0.22 gr. Cu og ca. 2.3 à 3.0 gr. Fe , hvoraf før fældningen omtrent lige meget som oxyd og oxydul-sulfat.

Ved fældningen blev jernoxydsulfatet reduceret til oxydulsulfat under udskillelse af svovl; endvidere afsatte der sig betydelige mængder af basisk oxydsulfat, — følgen var, at bundfaldet paa langt nær ikke kom til at bestaa alene af CuS , men at man fik et temmeligt urent produkt. Det vaade bundfald blev, — efter dekantation og filtration, — før videre behandling tørret og svandt derved i vægt ind til ca. trediedelen.

Analysen af det fældte gods:

Utørret	2.77— 5.34 % kobber
Lufttørret	8.89—25.18 % »
Tørret i blypande	14.12—14.92 % »

Den midlere gehalt i det tørrede gods regnedes til omkring 20 % kobber.

For at spare ind paa den svovlvandstof-mængde, som medgik til reduktion af jernoxydsulfatet, og for at undgaa forurensningerne af svovl og basisk jernoxydsulfat, blev det i 1870 foreslaaet at lede SO_2 ind i luden før fældningen; planen blev dog ikke realiseret.

Bundfaldet blev dels først røstet (i flammeovn) og senere ekstraheret paa kobbervitriol, dels gik det direkte, sammen med røstet skjærsten fra kobbermalmen, til smeltning paa sortkobber, som senere garedes paa herd.

Det gamle skrov gav, som tidligere omtalt, ved ludningen $\frac{5}{8}$ à $\frac{3}{4}$ % garkobber; rimeligvis udvandt man, som ved tilsvarende ekstraktioner i udlandet, fex. i Huelva-distriktet, kun halvdelen af den totale kobbergehalt.

Om driftsudgifterne og det økonomiske resultat. — Som det paa forhaand kan skjønnes, har det økonomiske udbytte ved driften af Foldalens kobberfattige kis, hvor endog paa

grund af de primitive metoder oftest kun en mindre brøkdelen af malmens virkelige kobbergehalt blev udvundet, i det hele og store ikke været gunstigt. Det skyldes kun de lave arbejds- og materialpriser i de tidligere dage*), at arbeidet overhovedet kunde holdes vedlige i over 120 aar.

Efter flere samstemmige beretninger skal man i begyndelsen af verksdriften (1748 til ca. 1770), medens Rødals grube leverede en hel del forholdsvis rig malm, og medens driften i Foldals hovedgrube faldt nogenlunde billig, idet der arbejdedes nær dagen, have havt et ganske smukt nettoudbytte; senere gik det nedover bakke. Fra 1770—73, da Rødals grube var nedlagt, og da produktionen som følge heraf var sunket, medførte driften (efter Krafts statistik) et tab paa 20.000 Rdlr., og fra 1773—77 var tabet 13.000 Rdlr. I slutningen af forrige aarh. derimod var driften mere lønnende, om vistnok nettoudbyttet ikke var stort; altid klages over mangel paa kapital. — Da den øvre stoll i hovedgruben først blev færdig i aarene ca. 1800—1805, medens man allerede i 1794 arbejdede ca. 40—60 m. over grubens nuværende bund, altsaa over 100 m. under dagen (efter faldet), var grubeudgifterne, særlig til vandlænsning og fordring, forholdsvis meget betydelige; det opgives endog med fuld sikkerhed (Henchel, 1794), at vandlænsningen paa denne tid beløb sig til $\frac{4}{5}$ af de samtlige grubeudgifter.

Indførelsen af kjærneskeidningen (1806) rettede ikke paa verkets financer; i krigens aar laa driften næsten aldeles nede, i 1820 manglede man fremdeles driftskapital til paany at optage Juliane Marie grubefelt, og i 1827 blev verket solgt til Røros kobberverk, som købte det hovedsagelig for at blive kvit en konkurrent ved trækulindkjøb. —

*) Daglønnen var i tiden omkring 1845, da lidet eller intet akkordarbejde anvendtes, kun 60 à 70 øre, oftest kun 60 øre, for voksen arbejder. — 1 læst trækul (à 12 tdr.) kostede samtidig kr. 4, leveret ved smeltehytten. — I 1868 var grubearbejdernes gennemsnitlige daglige forljeneste kr. 1.29.

Om grubeudgifterne i den paafølgende tid meddeler Sinding (1848):

I 1830—44 beløb mineringsudgifterne ved en samlet produktion af 289.707 Sk \textasciix udfordret gods, hvoraf 257.112 Sk \textasciix udskeidedes som nyttig malm (kjærnekis og smeltmalm), sig til 14.879 Spd, — o: 1 ton nyttigt gods kostede i minering kr. 1.45. — De samlede grubeudgifter (minering, fordring, lænsning, forbygning, administration mm.) pr. ton nyttigt gods beløb sig, efter middel af flere aars driftsresultat i tiden omkring 1845, til kr. 2.97,*) heraf alene til minering ca. kr. 1.40. — Af alt det udfordrede gods erholdtes 88.7 % nyttig kis & malm, og ved de senere udvindingsmetoder blev udbragt, ligeledes i forhold til det udfordrede gods, 0.474 % garkobber; de samlede grubeudgifter pr. ton garkobber var altsaa ca. kr. 544.

Kjærnerøstningen og skeidningen er tidligere, pr. ton garkobber, opgivet til kr. 325.

De øvrige hytteudgifter (med administration osv.) pr. ton garkobber beløb sig til kr. 608, — verkets samlede grube- og hytte-udgifter pr. ton garkobber var altsaa kr. 1477, eller, naar kjørsel (af malm og kjærne til Lovise hytte) mmm. medregnes, ca. kr. 1600. — Sinding opgiver, at 1 sk \textasciix garkobber af Foldals malm med lidt Juliane Marie malm omkring 1845, med samtlige verksudgifter androg til 66 Spd.**), altsaa pr. ton kr. 1655, — tidligere, grun-

*) Efter ekstrakt-beretning i Bergmanden (1847, No. 5.) 14 sk. pr. sk \textasciix = 2.97 kr. pr. ton.

**) O. Olsen ($\frac{2}{2}$ 70) opgiver for 1860-aarene følgende driftsudgifter ved kjærnearbeidet:

Kjærneskeidningen	15 Spd.
Kjørsel til Lovise hytte	8 »
Forsmeltning	mindst 25 »

Sum 48—50 Spd. pr. sk \textasciix garkobber, — altsaa ca. kr. 1250 pr. ton garkobber, — fraregnet grubeudgifter.

det lavere arbejdspriser, lidt mindre. Salgsprisen var samtidig indtil ca. 1845 oftest lidt, om end kun ganske lidt højere end produktionsprisen; driften gik antagelig hverken med tab eller gevinst, nærmest med tab, da der vel neppe blev noget tilovers til forrentning og nye anlæg. — Da kobberprisen var i synkende i slutten af 1840-aarene, og da Røros verk rundt omkring centralstedet Røros havde flere meget mere lønnende gruber, fandt man i 1848, at driften ved Foldal burde indstilles.

I de første aar, indtil ca. 1860, efter indførelsen af ekstraktionsarbejdet, medens man endnu havde nok forraad i de gamle skrovhauge, faldt kobberet forholdsvis billig; produktionsprisen var ca. 20 Spd. lavere pr. sk^ø end før (altsaa sandsynligvis ca. kr. 1150 pr. ton), og da konjunkturerne var gode (salgspris 1850—60 i middel ca. kr. 1700), gik verket med smuk nettofortjeneste (de nye anlæg blev betalt, gruben blev forbygget, øvre stoll for en del forbedret, til den paabegyndte grundstoll anvendtes i 1856—61 tilsammen ca. kr. 15.000, til aktionærerne udlignedes ca. kr. 24.000, osv.). Men da man paany for alvor maatte drive i gruben, og da samtidig arbejds- og materialpriserne var i stigende, medens kobberet sank, forværredes udsigterne; indtil slutten af 60-aarene gik forøvrigt driften fremdeles med balance, men senere var der tab, saa arbejdet sygnede hen, og verket blev tilslut aldeles indstillet i 1876.

Fremtidig drift maa først og fremst baseres paa udvinding (export) af svovlkis, se herom bl. a. den tidligere citerede indstilling (med driftsforslag, overslag over anlægs- og driftsudgifter m.m m.). Sth. Prp. 43, 1889.

Résumé. — Dans la partie supérieure de la vallée de Foldalen (cfr. le plan, fig. 1, située 40—45 kilom. à l'ouest de la ligne de chemin de fer de Drontheim-Kristiania, plus près du premier endroit que du second) paraissent de divers phyllades, des micaschistes, des amphiboloschistes, des quartzites, des schistes dioritiques et des granulites stratiformes (leptynites), qui, — d'après la classification de M. le professeur Th. Kierulf — appartiennent au groupe «des schistes de Røros», qui sont de l'âge cambrien ou silurien inférieur. La granulite, — savoir une granulite à hornblende, relativement à gros grains et riche en quartz avec de la muscovite, beaucoup de grenat, quelquefois un peu de disthène ainsi que du rutile, du zircon, du fer oxydulé et oligiste etc. — est interstratifiée dans les autres schistes, est jointe avec ceux-ci par des membres de transition pétrographiques, montre elle-même des couches différentes et alterne avec les schistes ordinaires (voy. fig. 1, 2, 3, 9); il faut alors qu'elle soit d'origine sédimentaire, ainsi que les schistes.

La position des couches est illustrée par fig. 1 et 2: le plus bas dans la série les schistes de phyllades ordinaires et de mica etc., quelquefois avec de petites couches de granulite, ensuite une zone puissante de granulite, dans laquelle encore une assez grande couche des schistes ordinaires est stratifiée, puis dans quelques endroits des gisements de pyrite (voy. fig. 3) et enfin au-dessus de la granulite encore les schistes de phyllades avec des couches de calcaire.

En dedans de notre district paraissent 4 gîtes de pyrite assez grands (voy. fig. 1), savoir la mine principale de Foldalen (F), la mine de Grimsdalen (G), la mine de Juliane Marie & Godthaab (JM) et la mine de Grev Molkte (M), ensuite une très petite mine à Knutshovd (K). — Le minerai paraît partout de la même manière, c'est-à-dire dans des masses lenticulaires plus ou moins grandes, qui suivent

les schistes attenants en direction et en inclination. Ces rapports sont illustrés de la meilleure manière par fig. 3, 4, 7 et 8 de la mine principale de Foldalen; sur une longueur de ca. 1 kilom. les phyllades contiennent une série de lentilles de pyrite, qui en partie se suivent sur le même niveau stratigraphique, jointes les unes aux autres par des imprégnations pauvres de pyrite (DC, BA, L, LA sur fig. 4 et 8) et qui en partie appartiennent à des niveaux qui ne sont séparés du grand horizon de pyrite que par des schistes interposés, d'une épaisseur de ca. 30—50 m. au maximum. La plus grande lentille de pyrite (AB, fig. 7 et 8) ici a une puissance moyenne de ca. 4.5—4.6 m. sur une longueur de 221 m., au maximum ca. 12—13 m., au minimum dans la partie centrale ca. 3 m.; elle est suivie sans changement en épaisseur et en longueur jusqu'à une profondeur de 175 m., suivant la ligne de la plus grande pente (fig. 3).

Le minerai lui-même est partout stratifié tantôt par la grandeur variable des cristaux de pyrite, tantôt par la teneur variable de la pyrite, de la chalcoppyrite, de la blende, du quartz etc.; il contient en outre, toujours suivant les plans des couches, quelquefois des parties interposées de granulite et de schiste pur ou imprégné de pyrite (voy. fig. 5 et 6); par ci par là on peut aussi observer en détail des couches alternantes de pyrite et de schiste (voy. fig. 5, a).

A la mine principale de Foldalen (F), ainsi qu'à Knutshovd (K) et à la mine de Grimsdalen (G), qui sous tous les rapports est à considérer comme la mine principale *en miniature*, on trouve la pyrite dans cette série de phyllades, qui est couchée dans la zone puissante de granulite (fig. 1, fig. 2 III, IV et VI, fig. 3, 9); aux deux autres mines (JM et M) on trouve au contraire la pyrite sur un niveau considérablement plus inférieur dans la série des schistes, quoique toujours avec un peu de granulite. — A la mine de Juliane Marie (JM) on peut observer deux couches de mine-

rai disparates, l'une avec minéral de pyrite, pauvre en quartz, l'autre avec pyrite, pyrrhotine, chalcopyrite et beaucoup de quartz (fig. 10).

Puisque la pyrite, ici de même qu'à tous les autres gisements analogues, que l'auteur a examinés, est régulièrement couchée dans les schistes, ne les coupant jamais en travers, puisque la pyrite elle-même est stratifiée, puisqu'elle change en couche avec les schistes attenants, et enfin puisque les lentilles de pyrite ont participé aux procès de plissement (voy. fig. 11, plan et profil d'un autre district de pyrite) on peut en tirer la conclusion, que la pyrite est d'origine sédimentaire (cfr. les jugements antérieurs exposés par MM. Strøm, Sinding, Helland). — Les gisements de pyrite norvégiens paraissent sur des niveaux très différents dans la série puissante de schistes dynamo-métamorphiques (cfr. des ouvrages antérieurs de Kjerulf), seulement par ci par là on trouve quelques séries du même âge géologique, comme par ex. dans le district de Foldalen la mine principale de Foldalen, les mines de Knutshovd et de Grimsdalen, — et sur Varaldsøen les mines de Valaheien, de Nygruben, de Sandviksfjeld, de Hisdalen*). Dans le voisinage intime de la plupart de nos gisements se trouve une diorite dynamo-métamorphique caractéristique («gabbro à saussurite», cfr. des ouvrages antérieurs des MM. Kjerulf, Reusch, Vogt et d'autres); la connexion entre la pyrite et cette roche se répète si souvent, que l'on doit considérer ce rapport quand on veut se former une idée de la genèse de la pyrite. On doit supposer que la roche éruptive émergea en même temps que la sédimentation des schistes, et que le contenu en métaux et en soufre de nos gisements a été apporté par émanation volcanique dans cette mer, où plus tard les dépôts eurent lieu.

*) Voyez J. H. L. Vogt: Norske ertsforekomster No. VI. Le district de pyrite de Varaldsøen. Archiv f. mathem. og naturv. B. 12, 1887.

La forme lenticulaire, les étroitesse et les élargissements locaux (voy. le plan fig. 7), que montrent les masses de pyrite de la mine principale de Foldalen, — protégées contre des compressions locales par les murs compactes de granulite aux deux côtés, — sont supposés d'être causés essentiellement par le dépôt primaire et seulement subordonnés aux changements de pression dynamiques.

Les gisements de pyrite dans les schistes dynamo-métamorphiques s'écartent, et à l'égard de forme et de caractère minéralogique de ceux-là qui se montrent en forme de couche dans les schistes azoïques. Les gîtes de minerai de fer sédimentaires en Scandinavie (avec les types Arendal, Kragerø, Næverhougen en Norvège, Dannemora, Persberg, Norberg en Suède) sont caractérisés, en opposition des gisements de pyrite, entre autre par cela, qu'à peu près en même temps étaient déposées des couches de minerai de fer et de calcaire (ou dolomie); la formation des minéraux eut alors lieu sous d'autres conditions chimiques ou chimiques-physiques.

Les gîtes scandinaves de pyrrhotine nickelifère sont à comprendre comme des formations en contact au gabbro (le plus souvent norite); elles s'éloignent alors à l'égard de genèse complètement des gisements de pyrite.

La masse de pyrite de la mine principale de Foldalen consiste en pyrite avec un peu de chalcopyrite, de blende ainsi que de quartz et un peu de hornblende et de biotite (non pas de grenat, de tourmaline, d'épidote, comme à quelques autres gisements analogues). La couche principale (AB, fig. 8) donne — après qu'on a détaché qu'environ 10 % comme matière pauvre ou impropre — du minerai de pyrite avec 45—48 % de soufre et 2—2.25 % de cuivre (ensuite pas plus de 2 % de zinc, peu ou point de plomb, 0.06—0.18 %

de cobalt avec un peu de nickel, le plus souvent rien, très exceptionnellement jusqu'à 0.05—0.07 % d'arsenic; 0.003 % d'argent, peu ou point d'or), en outre un peu de pyrite, fortement cristallisée en petits grains avec une égale teneur de soufre, mais seulement 0.3—0.6 % de cuivre et enfin un peu de minerai de cuivre avec 4—4.5 % de cuivre. — Somme totale, dans le district principal de Foldalen, qui est le district de pyrite le plus grand ou un des plus grands de la Norvège on trouve en tout cas ca. 1.5 million de tonnes de pyrite, dont antérieurement (1748—1876) ca. 300.000 tonnes sont exploitées par travail de mine; par les procédés d'exploitation primitifs métallurgiques on en a tiré ca. 4000 tonnes de cuivre (cuivre rosette). — Au commencement le minerai était fondu d'après la méthode commune suédoise-allemande, dans les ans 1806—48 d'après précédent «grillage pour noyaux» (Kernröstung, Kjærnerøstning) du minerai, — un procédé, qui était combiné avec de grandes pertes mécaniques (explication chimique de l'échange moléculaire de matière par «le grillage pour noyaux», voy. pag. 252—255). En 1849—76 l'exploitation se faisait par voie humide par précipitation avec de l'hydrogène sulfuré (la méthode de Sinding, voy. pag. 259—262).

Kjernerøstning af nikkelholdig magnetkis.

.Af

bergkandidat C. RIIBER,
amanuensis ved Universitetets metallurgiske laboratorium.

Allerede i længere tid har kjernerøstning været kjendt ved røstningen af kobberfattige svovlkise. Ved enkelte værker har det været anvendt i praxis, således ved Foldal i Norge, Agordo i Italien og Wicklow i Irland. Kjernerøstningen er bleven forklaret på mange måder, men ikke fuldt tilfredsstillende; angående disse henvises til hr. professor Vogts foranstående arbejde. Har man en kis med lidet kobber, f. ex. 1—2 %, kan kobbergehalten ved passende røstning koncentreres temmelig stærkt; efterhvert som røstningen skrider frem fra overfladen indover, koncentreres kobberet mere og mere i det indre, «kobberet kryber indover», som det kaldes. Stromeyer*) fandt således i et kjernerøstet stykke fra Foldal 47 % kobber i kjernen, men man har fundet endnu større gehalt, i enkelte prøver endog metallisk kobber; det sidste hører dog til sjeldenhederne. Ved Foldal fik man af en malm med ca. 2 % kobber 10 % kjerne med gjennemsnitlig 4 % kobber og et «skrov» (d. det afskrællede gods) med ca. 1 %. Ved Agordo har man dog drevet med noget fordelagtigere resultat, idet man af malm med $\frac{1}{2}$ —

*) Bgwfr. 19, pag. 253.

4 % kobber skeidede ud en kjerne med ca. 8 %, medens skrovet neppe holdt 1 %. En sådan koncentrerende røstning er vanskelig, malmen må være i passende nævestore stykker og tillige ikke holde for meget bergart, da dette hindrer en regelmæssig koncentration; røstningen må tillige foregå langsomt og ved lav temperatur.

Da nu nikkel og kobolt i metallurgisk henseende ligeoverfor svovl forholder sig næsten aldeles som kobber, idet nikkel og kobolt ligeoverfor jern har større affinitet til svovl end til surstof, var det på forhånd rimeligt at antage, at også nikkel og kobolt i forbindelse med svovl vilde kunne koncentrerer ved en passende røstning. Dette viser sig også virkeligt at være tilfældet ved vore nikkelholdige magnetkise. Med reisestipendium fra universitetet har jeg i 1886 og 1888 blandt andre værker også besøgt Værdalens og Evje nikkelværker. Det var under besøget ved Evje værk i juli 1888, at jeg ved at undersøge røstehobene blev opmærksom på, at de i den øvre del liggende stykker ved at slås over viste fuldstændig kjernerøstningstypus. Prøver bleve medtagne og ved tilbagekomsten til Kristiania har jeg på laboratoriet udført analyser såvel af kjernen som skrovet, hvorved min antagelse er bleven fuldstændig bekræftet. Ved Evje røstes i hobe under åben himmel; røstehobene har form af retafkortede pyramider med rektangulær basis. Analyserne viser følgende resultat:

«Kjernen» :

No.	Uopløst	S	Cu	Ni	Co	Sum
I	20.00	26.53	1.01	5.37		52.91
II*)				4.21	1.17	

Sum 52.91 %, resten væsentlig jern.

*) Se anm. på næste side.

«Skrovet»:

No.	Uopløst	S	Cu	Ni	Co	Sum
III	14.03	0.83	0.26	1.46 *)	0.41 *)	16.99
IV *)				1.49	0.40	

Sum 16.99 %, resten hovedsagelig jernoxyd.

Til sammenligning anføres et par analyser af ren magnetkis fra Evje:

Ren magnetkis, Evje:

No.	Ni	Co	Ni + Co
V	3.54	0.49	4.03 %
VI	4.00	0.40	4.40 %

No. VI står angivet som gehalter i ren kis i katalogen over værkets udstilling i Paris 1878, no. V er gehalten i et stykke ren kis, som er analyseret her paa laboratoriet. Disse 2de analyser repræsenterer middelgehalten i ren kis.

Som man af analyserne ser, er procentgehalten af det

*) Tørveisprøver for blæserør efter prof. Münsters methode (Nyt mag. for naturv., bind 19). Disse prøver ere hurtige at udføre og meget nøiagtige, ikke alene ved rene nikkelmalme (o: uden kobber), men også ved en liden kobbergehalt. Man bestemmer kobbergehalten på våd vei, helst elektrolytisk, og ved veining af arsenperlen udregner man kobbergehalten som Cu_3As og trækker denne fra.

Således fandtes i «skrovet», indveiet 0.1 gr.:

Arsenperlen $(\text{Ni} + \text{Co})_2\text{As} + \text{Cu}_3\text{As} = 0.00340$ gr.

Efter 0.26 % Cu udregnet $\text{Cu}_3\text{As} = 0.00036$ gr.

$(\text{Ni} + \text{Co})_2\text{As} = 0.00304$ gr. = 1.86 % Ni + Co

Co afdrevet, Co i Co_2As = 0.43 % Co

og følgelig 1.43 % Ni

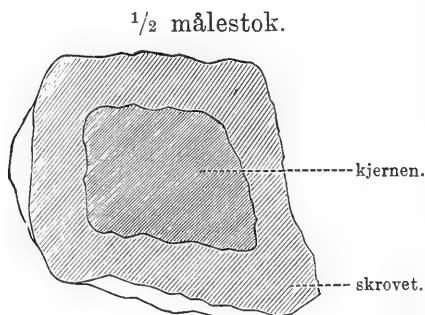
I en kontrolprøve fandtes på lignende

måde 1.49 % Ni

og 0.40 % Co

I «kjernen» fandtes ligedan ved blæserørsprøver henholdsvis i to prøver 5.37 % Ni + Co og 5.39 % Ni + Co, og på våd vei blev fundet ved elektrolyse 5.36 % Ni + Co.

uopløste (efter mikroskopisk undersøgelse af hr. prof. Vogt væsentlig indsprængt feltspat og hornblende) meget stor, og når alligevel nikkel- og koboltgehalten er koncentreret i kjernen til det 3-dobbelte af skrovets, viser dette, at processen i chemisk henseende går for sig med nogenlunde letthed, og at man derfor ved renere kis kan vente at opnå et endnu gunstigere resultat. Kobberet har også, som rimeligt er, koncentreret sig i kjernen, men i noget stærkere grad; kobbergehalten i malmen skriver sig fra indsprængt kobberkis, og angives 1ste sorts malm at holde 0.4 % kobber.



Hosstående figur viser et gennemsnit af et overslået kjernerøstet stykke*). Kjernen udgjør $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ af hele stykket. Kjernen er af mørkere farve end almindelig magnetkis, stærk tombakbrun og anløbet. Skrovet består væsentlig af jernoxyd, derfor af rødbrun farve, med lidt oxyder og sulfater af nikkel, kobolt og kobber. Ved at udlude med varmt vand tilsat lidt syre fåes en del af nikkel-, kobolt- og kobbergehalten ekstraheret, medens jernoxydet forbliver uopløst; tillige fåes lidt svovlsur lerjord i opløsningen, sandsynligvis fremkommen ved den under røstningen dannede fri svovlsyres indvirken på de tilstedeværende lerjordholdige silikater. Ved nu at anvende sådan ekstraktion i det store på det kjernerøstede gods, vilde man ikke alene kunne opnå at få

*) Stykket opbevares i Universitetets metallurgiske samling.

tilgodegjort en del af skrovets gehalt på nikkel, kobolt og kobber, men også at letteliggjøre den påfølgende udskeidning af kjernen, idet den ydre skorpe da langt lettere kan løsnes fra kjernen. I modsat fald, hvis man vil foretage skeidningen først, vil skrov og kjerne hænge fastere sammen, hvoraf resulterer en vanskeligere og tildels kostbarere skeidning og et fattigere produkt.

Nikkel og kobolt koncentrerer med lige lethed i kjernen; analyserne vise dette, idet forholdet mellem kobolt og nikkel i kjernen er 1:3.6, i skrovet ligesaa 1:3.6.

Fra ældre tid haves kun fra et værk nogle oplysninger om nikkel og kobolts forhold ved kjernerøstning, fra Brixlegg i Tyrol^{*)}. Man skal der ved forsøg have gjort den modsatte erfaring, men forholdene ere ved dette værk særegne, idet man har svovl-, arsen- og antimonholdige ertser at arbeide med, nemlig en blanding af svovlkis, kobberkis, fahlerts, blyglans, med små mængder af sølv, nikkel og kobolt. Ved at underkaste disse ertse en kjernerøstning skal kobber og sølv væsentlig gå i kjernen, medens nikkel og kobolt går i skallen. Da forholdene som sagt her ere ekstraordinære, behøver vi ikke at tillægge dette nogen videre vægt.

De norske nikkelmalm, nikkelholdige magnetkise, varierer meget i sin nikkelgehalt; i almindelighed overstiger gehalten i ren kis ikke 4—5 %, exceptionelt har man ved en forekomst havt 11 %. Den til smeltehytten leverede malm holder altid meget mindre, ikke over 2½ %. Med de nuværende nikkelpriser lønner det sig ikke at forsmelte malm med under 1.5 % Ni, hvis forholdene ellers ikke er særdeles gunstige. Her i landet er for tiden kun 2de nikkelværker igang, Værdalens og Evje værker; tillige foregår export af nikkelholdig magnetkis fra Nonås nikkelgrube på.

^{*)} B. u. H. Ztg. 1868, pag. 223.

Osterøen. Ved Værdalens værk haves en malm med ca. 1.5 % nikkel; værket har ca. 41 kilometer vei til havn ved Thronhjemsfjorden. Ved Evje værk, som ligger 60 kilometer nordenfor Kristiansand, hvoraf 35 kilometer landevei, 25 vandvei, holder smeltemalmen i middel $2\frac{1}{4}$ % nikkel. Store beholdninger af fattigere malm ligge ubenyttet oppe ved gruberne, da det ikke lønner sig at kjøre dem ned og forsmelte dem. Kunde man nu med fordel kjernerøste sådan fattig nikkelmalm kombineret med udludning, vilde det være til stor ophjælp for vor nikkelbergværksdrift. Det var at ønske, at et af vore igangværende nikkelværker vilde gjøre et forsøg hermed, især da et sådant forsøg ikke vilde være forbundet med nogen særdeles store omkostninger. Hvad disse angår, kan anføres til sammenligning, at ved Foldal beløb de samlede udgifter i tiden omkring 1845 for kjernerøstning og skeidning sig til kr. 1.13 pr. ton kis (efter Sinding); senere, efterat man var begyndt med udludning før skeidningen, reduceredes omkostningerne til kr. 0.94 pr. ton kis.

Med denne lille opsats har jeg villet konstatere, at nikkel og kobolt, omend i mindre grad end kobber, koncentrerer ved kjernerøstning, et faktum, som har sin chemisk-metallurgiske interesse, og som kanske i fremtiden kunde blive til praktisk nytte for vore nikkelværker.

Den historiske Udvikling af Kjendskabet til Grønlands Indlandsis.

Af

PETER EBERLIN.

I.

Da Eskimoerne i sin Tid naaede over til Grønland fra de nærliggende Dele af Amerika, gik det selvfølgelig ikke op for dem, at de vare komne til et helt nyt Land, og saa vidt man kan dømme efter den eskimoiske Sagnliteratur, er det heller ikke senere gaaet op for Grønlænderne, at de ere et indvandret Folk, og at de Steder, hvorom deres ældste Sagn fortælle, ligge i Egne, der slet ikke have noget med Grønland at gøre. Da nu imidlertid de gamle Sagn for en stor Del dreie sig om det snart fredelige, snart fiendtlige Samkvem mellem Nordamerikas Eskimoer, «Kystboerne» og nærboende Indianerstammer, «Indlandsboerne», saa opfattede man i Grønland Sagnenes Indlandsboer som Folk, der havde havt hjemme i Grønlands Indre, og som ogsaa til Stadighed levede der inde, om de end ikke mere gave sig saa stærkt tilkjende for Kystboerne som i den gamle Tid, hvorom Sagnene fortalte. Den Dag idag findes denne Forestilling hos Grønlænderne; den Dag idag gaa Indlandsfolkene, med hvem Eskimoerne ere mødtes i Nordranden af Amerika, igjen som fabelagtige Beboere af Grønlands Indland; ja den Dag idag have nogle af disse Indlandsfolk de

samme Navne og Attributer hos Eskimoerne i Amerika og hos Grønlænderne. Det er derfor ikke nogen løs Gising, men en Kjendsgjerning, at de eskimoiske Forestillinger om Grønlands Indre som et beboet Land i det mindste for en Del ere fremkomne ved en forkjert Lokalisering af Sagn og Overleveringer, der fra først af slet ikke havde noget med Grønland at gjøre.

Noget lignende som det, der saaledes med Sikkerhed kan paavises om Oprindelsen til den eskimoiske Forestilling, at Indlandet er beboet af eiendommelige, ikke grønlandske, Folk, kan med Sandsynlighed paavises om en anden grønlandsk Forestilling, om Landets Indre. Baade paa Vest- og Østkysten af Grønland har man fundet den besynderlige Mening, at der i gamle Dage skal have gaaet forskellige Forbindelsesveie tilsøs tværs over Mellemgrønland, og at Vest- og Østlænderne havde Samkvem gennem disse Søveie, indtil Isen paa Landet bredte sig ud over og tilstoppede dem. Denne Mening maa vistnok opfattes som en Erindring om Forbindelsesveien mellem Vest- og Østkysten nordenom Landet, hvilken Vei efter alt at dømme har været benyttet af Grønlænderne. Det er vel gaaet saadan til, at Mindet om denne Forbindelsesvei har holdt sig levende i Sagn og Fortællinger, efter at man havde fjernet sig fra de Egne, hvor Veien fandtes, saa har man troet, at Modsætningen mellem de Forhold, Sagnene beskrev, og dem, hvorunder man selv levede, var en Modsætning mellem Fortid og Nutid i Stedet for mellem fordums og nuværende Opholdssteder, og saa har man givet sig til at finde Spor af den gamle Tilstand i sine Omgivelser og til at paavise, hvor Indløbene havde været til de nu lukkede Forbindelsesveie med den anden Kyst.

Ved Siden af disse fabelagtige Forestillinger om Grønlands Indre have Grønlænderne en hel sammenhængende Betragtning af Isdannelserne paa deres Land og da især

over dettes Indre, og denne Betragtning, Folkets gennem Aarhundreder opsparede Erfaring, hviler næsten helt igjennem paa rigtig og klar Naturiagttagelse. Den gaar ud paa følgende:

Rundt om i Grønlands Kystland træffer man, især noget tilfjelds, Snemarker, hvorfra der udgaar Bræer. Disse Isdannelser ere dog kun Smaating mod «den store Landis» (Sermersoak), som optager det indre Land, og derfor paa nyere Dansk har faaet Navnet Indlandsisen. Om denne ved Grønlænderne følgende at fortælle:

Hvor som helst man fra Grønlands mere eller mindre sne- og isfri Kyst, hvor dybe Fjorde skjære sig ind mellem en Vrimmel af Øer og Halvøer, søger ind mod det indre af Landet, der støder man før eller senere — undertiden helt ude ved Havet, undertiden først et Par hundrede Kilometer inde i Landet — paa det selvsamme, fra Kystlandet helt forskellige Landskab. Der viser sig en Mark af Is og Sne, der snart gaar jevnt over i Snemarkerne paa Yderlandet og snart staar med en skarp Rand ud mod Havet eller Yderlandet. Gaar man tilfjelds og faar Overblik over dette eiendommelige Landskab, saa ser man det under en svag Hævning fortsætte sig indefter, indtil det taber sig for Øiet, og man ser aldrig sammenhængende isfrit Land bagved det, hvorimod man paa mange Steder, især yderst i Randen, ser Fjelde, der rage op som Øer i den ellers ensformige hvide Mark. Denne Mark af Is og Sne er Indlandsisen, og Fjeldene, der rage op over den, ere de saakaldte Nunatakker, hvortil Grønlænderne ogsaa henregne de Fjelde, der delvis begrænses af Indlandsisen og forresten af Havet eller af Søer foran Isen.

Grønlænderne ved, at der paa Indlandsisen virker to Kræfter, en indre, der skyder Isen frem mod Yderlandet, og en anden eller rettere adskillige andre, der ødelægge Isens Rand og saaledes gjøre Modstand mod Isens Frem-

rykning. Langs hele Isranden foregaar der nemlig en stadig Afsmeltning og Affalden af Isstykker, og i det indre af visse Fjorde, de saakaldte Isfjorde, afbrydes, «kalves», der Tid efter anden store Isplader, der fra Indlandsisen skyde sig ud i Havet; men trods al den Ødelæggelse af Isranden, der saaledes finder Sted, rykker Isen dog ingenlunde tilbage i Landet; Grønlænderne mene endog almindeligvis, at den Aar for Aar tager til og rykker længere og længere ud mod Kysten. Dette sidste synes dog at være forkjert; det rimeligste er, at Indlandsisen snart tager lidt til og snart lidt af, saaledes at den, naar man overser noget længere Tidsrum, i alt væsentlig holder sig uforandret. At Grønlænderne alligevel for det meste mene, at Isen tager til, kan let forklares; den eiendommelige indre Kraft, der skyder Indlandsisen frem, Sagnene om Sunde, der i gamle Dage skulle have gaaet tvers over Landet, og isolerede Iagttagelser over Israndens periodiske og stedlige Forskydninger ere mere end nok til at forklare, at denne Mening er saa udbredt. Saa meget mærkeligere er det, at der i en østgrønlandsk Gjengivelse af et eskimoisk Vandflodssagn indgaar det Lød, at hele Grønland engang har været dækket af Indlandsisen, der saa senere har trukket sig tilbage til sine nuværende Grænser, ligesom Yderlandsbræerne — saaledes heder det hos den østgrønlandske Fortæller — til Stadighed sees at aftage. For denne mærkelige Istidsforestilling skal der imidlertid blive gjort Rede i et følgende Afsnit.

I grønlandske Sagn og Fabler foretage Grønlændere undertiden Vandringer og Aandeflugter langt ind paa eller endog tvers over Indlandsisen, men i Virkeligheden gaa Grønlænderne selvfølgelig ikke langt ind paa Isen, hvor de jo ikke have noget at gjøre. Derimod have de ofte Leilighed til at stifte Bekjendtskab med Indlandsisens yderste Bræmme. Paa Rensdyrjagter søge de undertiden ind til

Nunatakker lidt inde i Isen, og undertiden skyde de Gjenvei ved at gaa op paa Isen og over den begive sig fra en Fjorddal til en anden, naar Landet mellem Fjordene og Dalene er umuligt eller vanskeligt at passere. Grønlænderne kjende derfor paa mange Steder af Landet Isens yderste Bræmme, og ved at fortælle om store Revner, der findes i den, og om Vandløb, Søer og Kildevæld paa dens Overflade. De ved ogsaa, at det Vand, der flyder fra Isen, er blakket og hvidfarvet, fordi det indeholder Ler og Grus, og at Isfjeldene og den mindre Kalvis ofte føre Ler, Grus og Sten fra Landet ud i Havet. De have med andre Ord en korrekt og af deres Sagn uafhængig Opfattelse af Indlandsisen, kun at de opfatte visse Isfjorde som Kløfter, der gaa tvers over Grønland saaledes, at der er Vandforbindelse under Isen, og at de for det meste tro at have iagttaget, at Isen breder sig mere og mere. Derimod have Traditionerne om Indlandsboer ikke forrykket Grønlændernes sunde Sans saaledes, at de have indladt sig paa Fantasier om frodige Egne indenfor den Bræmme af Is og Sne, som findes rundt om Grønlands store, hemmelighedsfulde Indre. Grønlænderne tænke sig tvertimod hele Indlandet som en Mark af Is og Sne, op over hvilken der kun hist og her rager en enlig Nunatak. At Indlandsboerne alligevel kunne leve i Indlandet, forklare Grønlænderne ved at give dem overnaturlige Egenskaber, saa de kunne trodse Indlandets øde Natur. I den leve de saa efter Grønlændernes Mening den Dag idag sammen med andre mere eller mindre mærkværdige Væsener, isklædte Bjørne, Fabelulve, «Godtveirsfrembringeren» og mange flere. Nogle af disse Væsener ere ligesom Indlandfolkene Dobbeltgjængere, med hvis andet og virkelige Jeg Grønlænderne have stiftet Bekjendtskab paa et tidligere Tidspunkt af deres Historie, andre ere rene Fantasifostre. De spille i Beretninger om Indlandsisen en stor Rolle som Væsener, der

holde Grønlænderne borte fra Indlandsisen; om de spille denne Rolle i Virkeligheden, er derimod et Spørgsmaal. Grønlænderne ere jo nemlig ingenlunde bange for at færdes paa de Dele af Indlandsisen, hvor de have noget at gjøre, og at de ikke selv foretage lange Vandringer ind paa Isen og heller ikke altid have Lyst til at ledsage Fremmede paa deres Expeditioner ind paa Isen, kan sikkert forklares paa anden og naturligere Maade end ved at give Indlandets overnaturlige Væsener Skylden. Noget andet er det, at Grønlænderne i deres Blanding af Lunhed og Mangel paa Oprigtighed undertiden have skudt sig ind under Frygt for Indlands-Væsener, naar de vægrede sig ved at følge Fremmede paa deres Isvandringer.

II.

Nordboerne opholdt sig i Grønland fra Slutningen af det 10de til Slutningen af det 15de Aarhundrede, og der er i «Kongespeilet» fra Midten af det 13de Aarhundrede efterladt Vidnesbyrd om deres Opfattelse af Grønlands Indre. Det heder nemlig i Kongespeilet, der er forfattet i Form af Samtale mellem en Fader og Søn: «Men da du spurgte, om Landet (Grønland) var frit for Is eller ikke, eller det var bedækket med Is ligesom Havet, da skal du vide det for vist, at det er en ringe Del af Landet, hvor der er bart for Is, men alt det øvrige er bedækket med den, og Folk ved ikke, om Landet er stort eller lidet, fordi alle Fjeldstrækningerne og ligeledes alle Dale ere skjulte af Isen, saa at man ingensteds finder Aabning derpaa. Det er dog vel saaledes i Virkeligheden, at slige Aabninger gives enten i de Dale, som ligge mellem Fjeldene, eller langs med Stranden, som Dyrene kunne hitte igjennem, thi Dyr kunne ikke streife derhen fra andre Lande, medmindre de finde Aabninger paa Isen og Landet bart for den. Folk have ofte forsøgt at gaa op paa Landet paa de Fjelde,

som ere de høieste, paa forskjellige Steder, for at se sig om og for at prøve, om de fandt nogen Del af Landet, som var fri for Is og beboelig, men man har ingensteds kunnet opdage sligt, foruden de nu beboede Fgne, som kun strække sig kort, langs med selve Kysten». Af dette Vidnesbyrd fremgaar, at Nordboerne overalt, hvor de have undersøgt Grønland, et Stykke inde i Landet ere stødte paa Indlandsisen, og at de derfor have draget den Slutning, at Isen dækkede det hele Indland, maaske med Undtagelse af enkelte Aabninger tvers over Landet. Denne sidste Gissning skyldes dog snarest Kongespeilets lærde Forfatter, der ikke selv havde været i Grønland.

Ved de talrige Expeditioner, der udgik til Grønland fra Slutningen af det 16de til Begyndelsen af det 18de Aarhundrede, bragtes Kundskaben om Grønlands Indre ikke saa meget som et Haneffed frem; derimod opkom der ved en af disse Expeditioner — ved en Kjæde af geografiske Vildfarelser — en urigtig Forestilling af stor Betydning for Opfattelsen af Grønlands Indre. Paa Grund af Opgivelser paa et upaalideligt Kort troede nemlig Englænderen Frobisher, at den amerikanske Side af Davisstrædet, hvor paa han gjorde en Række store Opdagelser, var den sydlige Del af det gamle Grønland, og denne Feiltagelse gav Anledning til, at Frobishers Opdagelser i Amerika bleve indførte paa Grønlandskortet, hvor de lidt efter lidt vandt fast Form som to Sunde tvers over Landet, og i den Skikkelse fandtes de saa — med Navnene «Frobisherstrædet» og «Beare-Sund» — paa de Kort, der vare i Kurs i største Delen af det 17de og Begyndelsen af det 18de Aarhundrede.

Paa haandskrevne Kort fra Midten af det 17de Aarhundrede havde Kartografen Mejer endvidere, uvist af

hvad Grund, delt Grønland i en Mængde store Øer, tæt bevoksede med Skov «som omkring ved Bergen i Norge».

III.

Med Aaret 1721 begynder den nyere danske Kolonisation af Grønland. Fra da af indtil nu har der over en stor Del af Grønlands Kyst været faste Missions- og Handelspladser, og talrige dygtige Europæere have fundet et nyt Hjem i Grønland og levet sig ind i dets interessante Natur. Mange af disse Folk have i Forbindelse med tilreisende Forskere arbeidet paa at udvide Kjendskabet til Grønlands Geografi og Naturhistorie, og ogsaa Indlandsisen har været Gjenstand for omfattende Undersøgelser. Disse Undersøgelser samle sig naturlig i to Grupper, de ældre Undersøgelser indtil omtrent Midten af dette Aarhundrede og de mere moderne Undersøgelser.

Som naturligt er, maatte der gaa nogle Aar, inden de Europæere, der fra 1721 af bosatte sig i Grønland, og som fra først af vare aldeles ukyndige i Grønlandsk, lærte de Indfødtes Opfattelse af Indlandsisen at kjende. Ved egne Undersøgelser kom de dog snart til det Resultat, at Indlandet i høi Grad var opfyldt med Is og Sne, og da derfor Raadet i Grønland i Aaret 1723 blev opfordret hjemme fra til at lade foretage to Expeditioner over til Østkysten — en tvers over Landet og en tilsøs ned langs Kysten —, afviste Egede det første Forslag som uigjennemførligt, i hvert Tilfælde indtil videre. Hvor lidt rede man iøvrig paa det Tidspunkt baade i Europa og ved Kolonien Godthaab havde paa Forholdene i Grønlands Indre, sees bedst af de i den Anledning vekslede Breve, hvori det heder: «Dersom det ikke er skeet, da synes os at være hel tjenlig, at der bliver udkommanderet en otte Mand, som kunne marschere ind over Land, thi efter Kortet sjunes det,

at det ikkun skal være 12 à 16 Mil bredt over, hvor det smalleste er, for, om mulig, at komme over til den østre Side, hvor de gamle Kolonier have været, og under Veis at inkvirere efter Skov med videre; men sker nu dette, som vi gjerne skulde se, da maatte dette Forslag foretages første Sommertid, dernæst maatte Mandskabet med hver sin Ransel med Proviant, saa og Gevær, blive forsjunet, derhos en Kompas, paa det, at de derefter kunne vide at finde Veien hjem igjen, og for det tredie vil det udkommanderede Mandskab være vel forsigtig baade for de Vildestes Overfald, om nogen under Veis antræffes, som og udi at observere alle Ting, ja, hvor de passere, maa de og paa høie Steder opreise Varder, hvoraf de baade denne og andre Tider kunne faa Kjendetegn.» (Af Direktørernes Brev til Raadet i Grønland. Bergen. 19de April 1723). — «Samme Deres respektive Ordre angaaende den østre Side af Landet i Særdeleshed til Lands at efterforske, da ser jeg ingen Mulighed det til Gavns at kunne præstere, fordi det er ganske uvist, hvor man skulde finde den Fjord eller Sted, som kunde være smallest og kortest at komme over Land til den østre Side, og at lide paa Kartes Tegning og Anvisning i dette Fald er helt usikkert, eftersom jeg i den Cirkuferance, hvor jeg hidindtil har reist, finder derudi saa megen Urigtighed. Thi den (forhen i Brevet omtalte, af Brevskriveren hjemsendte) Tegning med Landets Situation og Danlighed (o: Form), besynderlig Fjordenes Strækning, kommer aldeles overens. Herhos vil den foresatte Landsmarchering for de høie Klipper og iblandt antræffende Is og Snebjerge og andre uførede Gange, som jeg af Erfaring ved og set har, falde ganske besværlig, at man i mange Dage paa Reisen skulde vidt avangere, umældt, at en Mand næst sit Gevær næppe kan bære saa megen Proviant, som han havde Behov for en otte eller i høieste fjorten Dages Reise, og for saa vidt kunde det vel foretages, og for om

imidlertid nogen stor Skov skulde findes, hvilket dog skal vel være at tvivle paa, eftersom jeg langt ind til Fjordene, hvor Skov helst skulde findes, har ingen anden Skov funden end smaa Krat i meste to til tre Alen høi.» (Egedes Svarskrivelse. 31te Juli 1723).

Egede vilde saaledes ikke have noget at gjøre med den foreslaaede Isvandring; derimod gik han ind paa det andet Forslag og reiste endnu 1723 i Baad sydpaa for om muligt at naa Østkysten. Denne naaede han ikke, men som Sydreisen i alle Henseender udvidede hans Blik paa Grønlands Natur, saa blev den ogsaa af Betydning for Opfattelsen af Indlandet, idet Egede baade paa Grund af, hvad han selv iagttog paa Reisen, og paa Grund af, hvad Grønlænderne samtidig og senere fortalte ham, kom til det bestemte Resultat, at Frobisherstrædet og Beare-Sund slet ikke hørte hjemme i Grønland, et Resultat, han stadig fastholdt mod den allerede 1732—33 opdukkende mæglende Forklaring, at Sundene virkelig havde været til, men at de ikke længer vare tilgængelige, enten dette nu kom af, at de laa tilstuvende med sammenfrossen Drivis, eller det var Landisen, der havde bredt sig ud over dem og saaledes fuldstændig begravet dem. Egede feiede derfor Sundene ud af det Kort, der 1741 udkom i hans «Grønlands Perlustration», men hvad han gav med den ene Haand, tog han igjen med den anden, idet han paa samme Kort afsatte det Sund, der efter Grønlændernes Sagn i gamle Dage havde gaaet fra Jakobshavns Isfjord over til Østkysten, hvor han lod det løbe ud i den længste Fjord, de gamle Kort havde paa denne Kyst, den saakaldte «Øl-lumlengri». Egede havde sit Kjendskab til Sagnet om Sundet fra Sønnen Paul, der 1738 havde hørt Sagnet fortælle. Paa Egedes Kort fandtes der saaledes til Stadighed et Sund tvers over Grønland, rigtignok med Paaskrift, at det kun i gamle Dage havde været til, nu var det dækket med en Isbro.

Gik der, som sagt, nogle Aar, saa var det ikke mange, inden man ved Kolonien Godthaab var paa det Rene med den grønlandske Opfattelse af Indlandsisen, den man hel og holden optog. Saaledes skriver Assistent ved Kolonien Førsleff 1727: «Landet i sig selv bestaar overalt baade sønden og norden for Kolonien, saa vidt jeg har været, af store og høie Fjælde, hvorpaa strækker sig efter Landets Ryg eller Midte, sør og nord, saa vidt man er bekjendt, et skrækkeligt Is eller af Is betagt Fjæld, hvilket, efter Beretning af de Vilde, Aar for Aar har nu mere og mere i Bredden paa denne Side tiltaget, saa at de Pladser, som tilforn deres bedste Renfangst have været, ere nu formedelst Isens eller Isfjældets aarlige Tiltagelse meste Delen betagt; Underlandet bestaar af utallige Øer og Holme, dog alt Stenklipper.»

Af ovenstaaende Udtalelse vil det sees, at man 1727 med Bestemthed antog ved Godthaab, at Isen dækkede hele Indlandet. Naar det derfor Aaret efter blev paalagt den til Grønland udsendte Guvernør Paarss at ride tvers over Landet over til Østkysten, saa var dette noget, man havde udtænkt i Danmark; Kolonien i Grønland var uden Skyld i, at man medgav Paarss hans senere saa navnkundige Heste i Stedet for at slutte sig til den Tanke, «at nogle unge, friske, norske Folk, som vare vante til at løbe tilfjelds paa Skytteri om Vinteren med Skier, kunde rekognoscere en god Del af Landet (o: Grønland) paa alle Sider», hvilken Tanke allerede 1728 blev fremsat (subsidiært) af Søofficeren Trojel i Anledning af Paarss' Udsendelse til Grønland. Paarss' Isekspedition blev selvfølgelig ikke til noget i den Skikkelse, hvori den var befalet at skulle ske, men Paarss foretog 1729 en respektabel Rekognoscering af Indlandsisen i Godthaabs Nærhed, tog Isen i Besiddelse for Kongen og hjemsendte en Rapport om sin Ekspedition. Han fandt, at Isens Overflade var skarp som den hvide Sukkerkandis,

«saa, at om nogen Fremkomst var over samme Isfjeld, saa maatte der haves Jern-Saaler under Skoene», at Isen var fuld af dybe Kløfter, der nogle Steder skjultes af forræderske Snebroer, at der paa Isen var store og smaa Sten, som Paarss mente vare blæste ud i haardt Veir, at Vand fossede ned fra Isen, og at denne indefter saa ud som det vilde Hav, hvor intet Land er at opdage. Forøvrigt siger Egede, at alt, hvad Paarss iagttog, havde Grønlænderne i Forveien rigtig berettet.

Nogle Aar efter, at denne Ekspedition paa Indlandsisen fandt Sted i Sydgrønland, besøgte Paul Egede en af Grønlands mest produktive Isfjorde, Jakobshavns Isfjord i Mellemgrønland. Han fik der ved Selvsyn at vide, hvor Isfjeldene kom fra, maalte Høiden af et af dem og fik Oplysninger om deres umaadelige Dybgaaende.

I Midten af forrige Aarhundrede sad Kjøbmand Dalager ved Kolonien Fredrikshaab og interesserede sig stærkt for Spørgsmaalet om Frobisherstrædet, «hvilket», som han siger, «daglig sætter mig graa Haar i Hovedet, formedelst mine Handelsture, som bestandig falde i den Egn.» Han havde tilsidst Held med sig i sine Efterforskninger og fik af Grønlænderne at vide, at de havde Sagn om et Sund, der i gamle Dage skulde have gaaet tvers over Landet i Nærheden af Fredrikshaab, et Sagn, der ganske sikkert ikke er ældre end Europæernes Forespørgsler, da Egede udtrykkelig havde søgt efter en saadan Tradition hos Grønlænderne, men faaet bestemt Svar, at der var ingen Tradition, der havde aldrig været noget Sund. Dalager noiedes imidlertid ikke med at udspørge Grønlænderne, men han sees ogsaa at have været ivrig for ved Selvsyn at lære Forholdene at kjende, og 1751 foretog han en Isvandring ind til en Nunatak, lidt nord for Fredrikshaab, over hvilken Isvandring han har givet en ypperlig Beskrivelse. Denne Beskrivelse gik senere over i Cranz' «Historie von Grøn-

land» sammen med en Del Bemærkninger om Indlandsisen, dels af Dalager og dels af Cranz. I disse Bemærkninger godkjendtes paa en Gang det gammel-grønlandske Sagn om Sundet tvers over Mellemgrønland og den europæiske og ny-grønlandske Forestilling om Sundene tvers over Sydgrønland, og saaledes hævdedes for første Gang den Lære, at Grønland bestaar af en Gruppe store Øer, sammenkittede med Is. Denne Is opfattedes i det Hele og Store som Landis, men dens Udbredelse i Lavningerne paa visse Steder forklarede som en Følge af, at Drivis var stuvet sammen i Mundingerne af gamle Fjorde eller Sunde, og en hel Del af Kalvisen fra Vestgrønlands Isfjorde tænkte at komme drivende under Ishvælvingerne over Sundene tvers over Landet, og saaledes at have sit Udspring paa Grønlands Østkyst eller endog helt over paa Asiens Nordkyst. Det vil saaledes sees, at i Cranz' Historie von Grönland er Opfattelsen af Indlandsisen — til dels ved Dalagers Skyld — kommen paa de vilde Veie.

Som en Modsætning til Cranz' upaalidelige Efterretninger har man fra Fabricius en grundig Afhandling om Drivisen i Davisstrædet, uden Sammenligning den bedste Afhandling fra forrige Aarhundrede om Grønlands glaciale Dannelser. Heri beskrives Indlandsisen og dens Forhold paa en saa solid og samtidig klar Maade, at Afhandlingen den Dag idag kan læses med Udbytte og Fornøielse, om den end viser, at Forfatteren var hildet i sin Samtids mest almindelige Vildfarelser med Hensyn til Indlandsisen. Afhandlingen viser endvidere, at Fabricius ikke alene har undersøgt Isens Rand, men at han ogsaa maa have været oppe paa Isen.

I Begyndelsen af dette Aarhundrede foretog Tyskeren Giesecke forskellige Smaavandringer ind paa Indlandsisen, de sidste Isvandring fra den ældre Tid, om hvilke der foreligger nogen Underretning.

Undersøgelserne i Grønland fra Begyndelsen af forrige til Midten af dette Aarhundrede findes nedlagte i en meget stor Literatur, hvoraf der i nærværende Afhandling kun er medtaget det, som har afgivet Hovedmomenterne i Indlandsgeografiens Historie. At gennemgaa alle de enkelte Undersøgelser vilde føre for vidt; deres Udbytte med Hensyn til Spørgsmaalet om Grønlands Indre var det, at de lidt efter lidt bekræftede Grønlændernes Udsagn, at Indlandsisen var at træffe i alle Dele af Landet, selv om der nogle Steder var et bredt Yderland mellem Indlandsisen og Havet. I saa Henseende tør man sige, at den geografiske Undersøgelse allerede ved Midten af dette Aarhundrede var naaet saa vidt, at der — rent bortseet fra Grønlændernes Udsagn — var tilveiebragt stor Sandsynlighed for, at Indlandsisen var at træffe overalt i Vestgrønland og i den sydligste Del af Østgrønland; derimod var der med Hensyn til dens Forekomst indenfor Nordøstgrønlands Kyst ikke konstateret andet, end at der ogsaa paa denne Kyst fandtes store Isfjelde.

Der var saaledes fra Begyndelsen af forrige til Midten af dette Aarhundrede indsamlet et stort Materiale til Oplysning om Grønlands Indre; desuden havde Løvenørn oplyst, hvorledes Frobishers Opdagelser, der vare aflagte paa Grønlandskortet, havde deres Plads paa et helt andet Kort; Schiøning og Eggers havde henvist til Kongespeilets Udtalelser om Grønlands Isbedækning og derfor protesteret mod Læren om Isens enorme aarlige Tiltagen; og Estrup havde hævdet den Mening, at Grønland er en kontinental Masse og ikke en Samling store Øer, der ere kittede sammen med Is. Imidlertid gik hverken Protesten mod Læren om Isens Tiltagen eller Protesten imod, at Grønland skulde være en Samling store Øer, over i den almindelige Bevidsthed, som tvertimod slugte den grønlandske Betragtning af Landets Indre uden at skille dens Feiltagelser ud fra dens gennemgaaende rigtige Syn paa

Sagen. Man var paa det Rene med Isens almindelige Udbredelse, Gletschernatur o. s. v., men man troede ogsaa paa dens stadige Voksen og paa, at den derved havde til-dækket Sunde, der tidligere havde gaaet tvers over Landet. Man støttede endvidere Grønlændernes Feiltagelser og føiede nye til ved sine egne Vildfarelser og Feilslutninger. Man fandt en Støtte for den Mening, at Isen stadig udbredte sig videre og videre i Modsætningen mellem Grønlands nuværende Beskaffenhed og de overdrevne Forestillinger, man havde om de gamle Nordbo-Koloniers Herligheder, og man gav ved Forspørgsler om Frobisherstrædet og Beare-Sund Anledning til, at der dannede sig grønlandske Sagn om, at der ogsaa i Sydgrønland havde været aabne Sunde tvers over Landet paa Steder, hvor Indlandsisen nu dækkede al Ting, — Sagn, man saa igjen optog som paalidelige grønlandske Traditioner. Endelig gav Rensdyrenes pludselige Opdukken og Forsvinden og Dyrenes smaa Vandringer ind til Nunatakker Anledning til den urimelige Antagelse, at der hist og her i Indlandet maatte findes frodige Pletter, hvor Dyrene trak sig hen. Tilstedeværelsen af disse Pletter forklarede man undertiden ved at tænke sig Vulkaner i det indre Grønland, hvormed man ogsaa mente at kunne forklare Jordskjælvene i Yderlandet, den Varme, Vindene fra Indlandet føre med sig, og endnu flere Fænomener.

Der trængtes saaledes i høi Grad til en Forsker, som kunde sætte sig ind i alt, hvad der vedrørte Indlandsisen, og med kritisk Sans skille det virkelig Iagttagne ud fra det, der ikke indeholdt rene Iagttagelser, men som var flettet ind i misforstaaede Sagn, geografiske Feiltagelser og mere eller mindre uheldige Spekulationer. Denne Trang blev afhjulpen, da Rink udgav sine epokegjørende Arbejder over Indlandsisen, der omstøbte den rent umiddelbare Betragtning i en gjennemtænkt videnskabelig Form og fyldte denne med Resultaterne af en Række nye Undersø-

gelser, mindre derimod med det forhaandenværende, vistnok undervurderede, ældre Materiale. Om end Rinks kritiske Sans paa enkelte Punkter ikke slog til og derfor har maattet suppleres med de senere Undersøgeres Kritik, saa staa dog Rinks Værker som noget enestaaende i Literaturen om Grønlands Indlandsis, som Værker, der paa den ene Side have afsluttet mere end hundrede Aars ældre Undersøgelser og paa den anden Side havde givet Stødet til nye Undersøgelser. Dog, Rinks Arbejder høre den moderne Forskning til og skulle omtales nærmere i næste Afsnit.

IV.

Som Resultat af en fleraarig Undersøgelsesreise i Grønland og Iagttagelser under et senere fast Ophold i Landet udgav Rink omkring Midten af dette Aarhundrede forskjellige Afhandlinger, der sluttelig samledes i de to Bind «Grønland, geografisk og statistisk beskrevet».

I dette Værk gik Rink med Hensyn til Indlandsisen og dens Forhold først og fremmest ud paa dels at faa Indlandsisens Grænser noiagtig aflagte paa Kortet og dels at faa konstateret, hvilke Isfjorde der vare mest produktive paa Kalvis, samt saa vidt muligt at naa til Overslag over disse og andre Lokaliteters aarlige Produktion af Is, og i det hele taget til Overslag over Indlandsisens Svind ved Kalvning, Afsmeltning og Fordampning.

Hvad Rink indledede med sine Kort over Indlandsisens Begrænsning, er siden fortsat, dels leilighedsvis og dels — ved Undersøgelserne i Vestgrønland, der paabegyndtes 1876, og ved Østkystekspeditionen 1883—85 — efter en systematisk Plan, og er nu saa vidt fremskredet, at man har paalidelige Kort over Indlandsisens Grænser i hele dansk Vest- og Østgrønland og desuden nogenlunde gode Kort over Isens Grænser i den Del af Vestgrønland, der ligger nordfor de danske Kolonier. Derimod staar man uden

Kjendskab til Forholdene i den nordlige Del af Østgrønland, hvor Indlandsisen synes at være trængt tilbage bag et bredt og delvis høit Yderland, og hvor den rimeligvis kun naaer Havet paa ganske enkelte Steder.

Angaaende Indlandsisens aarlige Afgift og Svind, og da især Produktionen af Kalvis, ere Rinks Undersøgelser herover dels fortsatte i samme Spor, dels supplerede med direkte Maalinger over den Hastighed, hvormed Indlandsisens Tunger skyde frem. Disse sidste Maalinger, som Amerikaneren Hayes indledede, ere dog kun ved enkelte Lokalteter udførte i saa stor Udstrækning, at de kunne sætte exakte Værdier istedetfor de mere løse Overslag.

Haand i Haand med Kortlægningen af Indlandsisens Rand og Undersøgelserne over Indlandsisens Afgift og Svind er der baade hos Rink og hos hans Efterfølgere gaaet Undersøgelser over andre Forhold ved Indlandsisen, forsaavidt disse Forhold kunne oplyses ved Iagttagelser udenfor Isens Rand eller ved smaa Rekognosceringer af Isens yderste Bræmme. Ved saadanne Yderlandsiagttagelser og smaa Isrekognosceringer er der lidt efter lidt bragt en Mængde Oplysninger frem om Høideforholdene og Tilstedeværelsen af Nunatakker i den yderste Del af Indlandsisen, om Isens fysiske Beskaffenhed og Bevægelsesmaade, om Isfjeldenes Kalvning, om Kalvisens Transport af Ler, Grus og Sten, om Slamføringen i Elvene fra Indlandsisen, om Plantelivet paa Nunatakker o. s. v. o. s. v.

De hidtil omtalte Undersøgelser af Indlandsisen trænge, som det vil forstaaes, i høi Grad til at suppleres med Iagttagelser fra den Del af Isen, der ligger udenfor Yderlandsiagttagelsernes og Isrekognosceringernes direkte Rækkevidde. Det er derfor intet Under, at der i den nyere Tid er foretaget en Række Vandringer paa Indlandsisen med det Formaal at trænge frem paa denne, og saaledes skaffe Oplysninger om de Dele af Isen, om hvilke hverken Yderlands-

iagttagelserne eller Smaarekognosceringerne ved Isens Rand kunne give nogen umiddelbar Viden. Listen over disse Vandringer ser saaledes ud:

1860. Hayes Expedition;

1867. Englænderne Whympers og Brown, ledsagede af Danske og Grønlændere;

1870. Nordenskiöld og Berggreen;

1878. Jensen, Kornerup, Groth og Grønlænderen Habakuk;

1883. Nordenskiölds Expedition, hvori deltog Lapperne Anders Rossa og Pava Lars Tuorda;

1886. Amerikaneren Peary og Maigaard;

1888. Nansen, Sverdrup, Dietrichson, Kristiansen og Lapperne Ole Ravna og Samuel Bratto.

Bortset fra den sidste Expedition, hvis Resultater senere skulle omtales, have Isvandringerne først og fremmest ført til det Resultat, at Indlandsisen i Vestgrønland fortsatte sig indefter, saa langt man kunde øine fra de østligste Punkter, man naaede til, og som i Mellemgrønland ligge i omtrent Tredjedelen af Afstanden mellem Isens Vest- og Østrand, i Nord- og Sydgrønland derimod i en forholdsvis ringe Afstand fra Kystlandet. Vandringerne have dernæst vist, at Isen steg indefter, saa langt man naaede, og at Stigningen i Mellemgrønland var forholdsvis jævn — man naaede dog op til 2300 Meter over Havet — medens den paa de Steder, hvor man er trængt ind paa Nord- og Sydgrønlands Indlandsis, hurtig førte op til store Heider (begge Steder ca. 1500 Meter). Endvidere har man faaet Oplysninger om Isens Bevægelse ud mod Yderlandet, om et mikroskopisk Liv paa Isen, om Plante- og Dyrelivet paa en Nunatak, o. s. v. o. s. v., og endelig en Antydning af, at Isen i Mellemgrønlands mest centrale Dele — idetmindste i Overfladen — afløses af Marker af løs Sne. Det vil saaledes ses, at Isvandringerne have givet et stort videnskabeligt

ligt Supplement til Undersøgelserne udenfor og langs med Isens Rand, og at derfor Forsøgene paa at stemple dem som unyttige Vovestykker ingensteds høre hjemme. Isvandrerne have fravristet Indlandsisen nogle af dens Gaader, og den Dristighed og Udholdenhed, som nogle af Expeditionerne, særlig — af de før Nansenske — den Peary-Maigaard'ske, have vist, har derfor ingenlunde været bortødslet i tom Sport.

Iagttagelserne udenfor og langs med Indlandsisens Rand, Rekognosceringerne af Isen og de egentlige Isvandringer ere de eneste Veie, ad hvilke man direkte har faaet Oplysning om de geografiske Forhold i Grønlands Indre; ad indirekte Vei har man derimod i den nyere Tid dels søgt at skaffe yderligere Oplysninger, dels søgt at naa op til et Overblik, hvorfra alle Forholdene ved Isen samlede sig til Led i et stort Hele. Det følger nemlig af sig selv, at da Indlandsisen ved sin Kalvning, Afsmeltning og Fordampning har en stor aarlig Udgiftsside, og da den alligevel synes i alt væsentligt at holde sig uforandret, maa der til Udgiftssiden svare en tilsvarende Indtægtsside af faldende Sne og anden Nedbør over Grønlands Indre. Den Nedbør, der saaledes maa falde over Grønland, synes at være paafaldende stor, og desuden har det sin Vanskelighed at forstaa, hvorledes den gaar over til Is, og hvorledes den i denne Skikkelse glider frem over Landet, indtil den naar Kysten. Der er saaledes Gaader nok at løse, før Enkelthederne ved Indlandsisen samle sig for Betragtningen til et ordnet Hele.

Hvad Nedbørens Mængde over Grønland angaar, saa fører selv den løseste Betragtning og end mere en indgaaende Undersøgelse til det Resultat, at Grønland har ganske særlige Betingelser for aarlig at modtage en stor Snemængde. Det er nemlig paa alle Sider omgivet af Have, og Vindene, der blæse ind over det, ere rige paa Fugtighed, der paa Grund af Grønlands nordlige Beliggenhed og de store Høider i dets Indre maa afsætte sig som Sne paa disse Høider. Indlands-

isens meteorologiske Indtægts- og Udgiftsside synes saaledes at være i god Orden, det har været Resultatet af alle moderne Undersøgelser over Grønlands meteorologiske Forhold. Naar alligevel forskellige Forskere ved meteorologiske Slutninger have forsøgt at angribe den Mening, at Indlandsisen strækker sig tvers over hele Grønlands Indre, saa er det ikke saa meget, fordi de have undervurderet den Nedbørsmængde, der aarlig falder over Landets Indre, som væsentlig, fordi de have tænkt sig, at de fugtige Vinde, der blæse ind over Grønland, lidt efter lidt maa afsætte deres Fugtighed, saaledes at de ikke have nogen tilovers, naar de naa ind til Landets mest centrale Dele. Denne Betragtning er vistnok kun en Overdrivelse af en ellers rigtig Tankegang, men den er af en enkelt Forsker, en af dem, der ved Isvandringer have bidraget allermest til Opklaringen af Indlandets Natur, sat i den Grad paa Spidsen, at vedkommende Forsker endog fremsætter det som en Mulighed, at der i Grønlands Indre findes Skove af økonomisk Betydning for Yderlandet. Saadanne Fantasier falde selvfølgelig udenfor al videnskabelig Diskussion, om det saa er de største Autoriteter, der fremsætte dem.

Medens Meteorologien, som før paavist, har givet vigtige Oplysninger om Indlandsisens Forhold i det hele og store, har den samme Videnskab forløftet sig aldeles ved et Forsøg paa at give Oplysninger om, hvorvidt der fandtes faa eller mange Nunatakker i de enkelte Dele af Indlandet — noget, den vilde slutte sig til af Landvindenenes Karakter i de forskellige Dele af Kystlandet. De skarpsindige Slutninger, der i saa Henseende bleve dragne af Hoffmeyer, have nemlig vist sig at være uden nogetsomhelst Værd, idet det ved meteorologiske Observationer paa Østkystexpeditionen 1883—85 blev slaaet fast, at Grundlaget for Slutningerne, den Hoffmeyerske Føntheori, var falsk.

Hvad angaar Nedbørens Overgang til Is og dennes Be-

vægelse frem over Indlandet, da ved man endnu ikke, om Overgangen fra Sne til Is ogsaa finder Sted midt inde i Grønland, eller om ikke snarere den Sne, der falder i Hjerteret af Landet, som Flyvesne bliver feiet ud til Siderne og først i de mere periferiske Dele af Indlandet gaar over i plastisk og bevægelig Bræis, hvis Fremgliden saa finder Sted paa en lignende Maade som ved Bræerne i andre Lande, kun med en langt mere potenseret Kraft, end det er kjendt fra noget andet Sted i Verden. Her er saaledes overordentlig meget, der først maa opklares, inden man faar rede paa Gangen i det Kredsløb, hvorved Vand fra Havene omkring Grønland stiger tilveirs som Fugtighed, føres ind over Grønland, afsættes som Sne paa dettes Høider, bliver til Is, glider ud mod Kysten og tilsidst naaer tilbage til Udgangspunktet, Havene omkring Grønland. Selv i sine store Træk er dette Kredsløb endnu ikke tilstrækkelig opklaret, og der maa gjøres en Mængde Iagttagelser over Høide-, Temperatur- og Nedbørsforholdene i Grønlands Indre, før der kan være Tale om at fremstille Kredsløbets Gang i nogen større Detail. Hvad der hidtil foreligger af Forsøg herpaa — med Tale om Vandskjellet i Grønland, Fjeldkjæder langs Østkysten, hvor Indlandsisen skulde opstaa, og hvori den skulde have sit Rygstød, o. s. v. — er udelukkende Gjætterier af temmelig tvivlsom Godhed. Østkyst-expeditionens Resultater bragte allerede disse Gjætterier til at vakle, det var godt, om de helt vilde forsvinde fra den moderne Undersøgelse af Indlandsisen, der hellere maa være Hullerne i sin Viden bekjendt end stoppe dem ud med foreløbige, løse Gisninger.

Ved Siden af den exakte Undersøgelse, Rink indledede, gav han ogsaa, som alt sagt, en Kritik af den ældre Tids Meninger om isfri Strækninger i Indlandet, hvor Rensdyrene nu og da trak sig hen, om Isens stadige Tiltagen og om Sunde, der i gamle Dage havde gaaet tvers over Landet.

Rinks Kritik af disse Meninger feiede i alt væsentligt Læren om Rensdyrenes Vandringer ind til frodige Strækninger i Indlandet og om Isens stadige Tiltagen ud af Videnskab; derimod ser man ofte disse forkjerte Meninger stikke Hovedet frem af den populære Betragtning sammen med saadanne Meninger som den, at Isfjeldene slet ikke dannes paa Land, men i Søen, o. s. v. Hvad derimod Læren om fordums eksisterende Sunde tværs over Grønland angaar, saa blev den vel i den gamle Form, hvorefter Sundene skulde have været aabne i et Tidsrum, til hvilket Grønlandernes eller Europæernes Erindringer naaede tilbage, i alt væsentligt slaaet ihjel ved Rinks Kritik; derimod er den i den nyere Tid dukket op paany, indhyllet i et pseudo-videnskabeligt Klædebon, idet forskjellige Forskere have forsøgt at hævde, at en indgaaende Betragtning af det grønlandske Yderlands Bygning førte til det Resultat, at Grønland, dersom Indlandsisen var borte, vilde udgjøre et Arkipelag af store Øer. Denne Lære er, som især Rink og Helland have vist, fuldstændig greben ud af Luften; al Sammenligning med andre Lande, der ikke have noget Isdække over sig, fører til det Resultat, at Grønland er en Landmasse, i hvis Overflade Indlandsisen nok tør antages at udfylde store Ujævnheder, men som dog — ogsaa bortseet fra dets Isdække — er et Kontinent med store Høider i sit Indre.

I det foregaaende er der seet helt bort fra Nansens-expeditionens Resultater. Om disse bør det strax betones, at de kun vedkomme Forholdene i Sydgrønland, og at det ikke gaar an at overføre dem paa Forholdene i Mellem- og Nordgrønland, hvor Landet er bredere, hvor Luften rimeligvis er mere tør, og hvor Fjeldgrundens Bygning maaske er en hel anden end i Sydgrønland. Det er derfor kun

denne sidste og mindste Del af Grønland, som omhandles i det følgende.

Den Nansenske Expedition har først og fremmest paa-vist, at Indlandsisen er tilstede overalt i et Bælte tvers over Grønland paa omtrent $64-65^{\circ}$ nordlig Bredde. Her-med er det gjort i høieste Grad sandsynligt, ja næsten be-vist, at Indlandsisen — bortseet fra enkelte Nunatakker — dækker hele Sydgrønlands Indre. Dette vigtige Resultat feier ikke alene de fantastiske Ideer om Tilstedeværelsen af frodige Strækninger i Sydgrønlands Indre ud af Verden, men det tilintetgjør ogsaa — for Sydgrønlands Vedkom-mende — den mere ædruelige Spekulation, at Indlandsisen over det inderste Grønland kun danner et tyndt og usam-menhængende Dække, afbrudt af snebare Pletter. Ganske vist er det muligt, at der i andre Dele af Sydgrønland end Bæltet paa $64-65^{\circ}$ nordlig Bredde findes Nunatakker, ja maaske hele Grupper af saadanne, langt inde i Indlandet, men det tør dog allerede nu betragtes som i allerhøieste Grad sandsynligt, at Indlandsisen ligger som et Lag af en antagelig Tykkelse over hele det indre Sydgrønland.

Hvor tykt Laget er, kan endog bestemmes med nogen-lunde Sikkerhed. Ved Iagttagelser fra alle Egne i Syd-grønland er det nemlig godtgjort, at Fjeldene i Kystlandet, hvor uregelmæssig de end ligge kastede om mellem hver-andre, dog i det hele og store ordne sig efter den Regel, at de blive høiere og høiere, jo længere man kommer ind i Landet. Det er endvidere godtgjort, at de intetsomhelst Sted ordne sig i egentlige Fjeldkjæder, men at de ligge paa en saadan Maade, at man overalt faar Indtryk af, at det nuværende Yderland er at opfatte som den af Tidens Tand stærkt medtagne Rand af et fra først af kun lidet udarbejdet Fjeldland, en stor plateauformet Landmasse, hvis Rand saa senere ved Luftens, Vandets og Isens Hjælp er

smulret hen og skaaret ud i dybt udarbeidede Fjelde med mellemliggende Dale, Fjorde og Sunde.

Efter Erfaringer fra alle Steder i Verden er en saa stærk Udarbeidelse af Fjeldgrunden som den, der foreligger i Sydgrønlands Yderland, et Fænomen, som ikke kan forudsættes at finde Sted i det Indre af en stor Landmasse som Grønland. Man kan derfor trygt gaa ud fra, at den centrale Del af Sydgrønland — blottet for Indlandsisen — vilde fremvise en langt mere regelmæssig Overflade end Kystlandet, og da der intet Sted i Yderlandet — hvor de snarest skulde vise sig — findes Spor af egentlige Fjeldkjæder, maa man antage, at Fjeldgrunden i Sydgrønlands Indre fremviser store høitliggende Fjeldmarker, der i Forhold til Yderlandets udarbeidede Relief kunne opfattes som forholdsvis jævne Høisletter, der fra det inderste Land sænke sig ud imod Toppene af Kystlandets Fjelde. Fjeldmarkerne tør antages at ligge i en Høide af i det hele og store c. 2000 Meter over Havet, nogle Steder noget lavere, andre Steder noget høiere. Ovenover disse Fjeldmarker ligger der saa, som paavist af Expeditionen, et 1000—1500 Meter tykt Dække af Sne og Is, hvis Overflade ingenlunde — ikke en Gang i det store — tør antages at være konform med den underliggende Fjeldoverflade, idet Dækket rimeligvis er mindre mægtigt i Midten end noget længere ude. Yderst i Randen skraaner dette Dække ud mod Yderlandet og Havet.

I Hjertet af Sydgrønland falder der, som Expeditionen har paavist, en stærk Nedbør af Sne. Af denne Sne bliver en Del liggende, hvor den falder, mens en anden Del feies ud over den periferiske Indlandsis, over hvilken der ogsaa falder anden Nedbør end den fra det Indre udføgne Flyvesne. Den aarlig faldende Nedbør har den Betydning, at den holder det Tryk vedlige, hvorved Bundlagene i Sne- og Ismassen blive plastiske og skydes ud til Siderne. Det Side-

tryk, der derved udøves, bliver stærkere og stærkere ud-
efter og er det, der foraarsager Indlandsisens Tendens til
at skyde sin Rand frem. Det er ogsaa dette Tryk eller
rettere de ved det frembragte mekaniske Processer i Isen
og den derved frigjorte Varme, der i Forbindelse med den
indre Jordvarme er Hovedaarsagen til, at der til alle Tider
af Aaret og i alle Dele af Sydgrønland rinder Vandmasser
frem under Indlandsisen, thi Smeltevandets paa Isens Over-
flade er til Forklaring af disse Vandmassers Oprindelse kun
et Moment af rent forsvindende Betydning.

Det er selvfølgelig den underliggende og foranliggende
Fjeldgrunds Uregelmæssigheder, der gjøre, at Indlandsisens
Tendens til at skyde sig frem ikke mærkes lige stærkt langs
hele Isens Rand, men at den nogle Steder slet ikke er at
spore, andre Steder kun er ganske svagt tilstede og endelig
paa visse Lokalteter optræder med en forbausende Styrke og
enkelte Steder giver Anledning til Grønlands største Natur-
fænomen, de store Isfjeldes Kalvning.

V.

Som en selvstændig Side af de moderne Undersøgelser
over Indlandsisen staa Undersøgelserne om Indlandsisens
geologiske Historie. At Snemarkerne og Bræerne i Yder-
landet tidligere have havt en større Udbredelse, at ogsaa
Indlandsisen tidligere har været udbredt over Dele af det
nuværende Yderland, og at dette bærer utallige Spor fra
sin «Istid», er noget, som slet ikke synes at være blevet
iagttaget af de ældre Undersøgere, men som henimod Aaret
1870 med et Slag traadte frem i det fulde videnskabelige
Dagslys ved forskellige Reisendes omtrent samtidige Under-
søgelser. Rigtignok havde forskellige Forskere allerede tid-
ligere anet noget i den Retning, men ved Iagttagelser i
Grønland vare disse Anelser ikke blevne støttede før som
sagt henimod Aaret 1870, og der findes ikke en eneste An-

tydning i saa Henseende i den ældre Literatur om Indlands isen. Derimod er det høist sandsynligt, at den i første Afsnit omtalte østgrønlandske Forestilling om en Tid, da Indlandsisen dækkede hele Grønland, er uddannet ved Grønlændernes Betragtning af Istidssporene i Yderlandet.

De Mærker fra Grønlands Istid, ved hvilke man kan forfølge Indlandsisens fordums Udbredelse, ere fremkomne derved, at Is, der glider frem over Land, ridser og kradser Fjeldgrunden, afglatter Fjeldsiderne, fører nedstyrtende Klippeblokke med sig, afleirer saadanne Klippeblokke, ja hele Dynger af Ler, Grus og Sten foran sin Rand o. s. v. o. s. v. Ved at forfølge saadanne Mærker har man konstateret, at i hele den danske Del af Vest- og Østgrønland har Indlandsisen tidligere været udbredt over Størstedelen af Yderlandet, saaledes at der nok er mange Fjeldtoppe, men derimod kun enkelte Fjeldlandskaber, der aldrig have været underkuede af Indlandsisen, men som selv i Tiden for Isens største Udbredelse have raget op som enkeltliggende Nunatakker eller som sammenhængende Bjerglande. Der maa imidlertid foretages mange Undersøgelser endnu, før man naaer saavidt, at der kan udkastes paalidelige Kort over de forskjellige Dele af det danske Grønland under deres Istid; og hvad den nordenfor dansk Grønland liggende Del af Landet angaar, da er der endnu saagodtsom intet bekjendt om dets Istidsmærker og navnlig intet om, hvad enten de hidrøre fra Indlandsisen, eller de skrive sig fra gamle Bræer i Yderlandet.

Jævnstides med Paavisningen af de gamle Mærker efter Indlandsisens større Udbredelse er der i den nyere Tid gaaet Undersøgelser over Indlandsisens Evne til ved sin Bevægelse henover den faste Klippegrund at omforme dennes Overflade. Om hvad Isen formaar i saa Henseende gaa Meningerne vidt fra hinanden. Nogle Forskere mene, at Isen ikke alene — hvad alle ere enige om — ved det Grus og de

Stene, den indeholder, kradser og afglatter den Fjeldgrund, hvorover den glider, men at den ogsaa kan afstøde og udbrække større Ujævnheder, som hindre dens frie Bevægelse, ja at den endog — hjulpen af sine mægtige Elve — kan udgrave dybe Leier især paa de Steder, hvor den sender sine kileformede Tunger ud imod Havet. Disse Forskere med Brown og Helland i Spidsen mene derfor, at man tør tillægge Indlandsisen en væsentlig Rolle ved Udarbejdelsen af det nuværende Kystlands Konfiguration, ja enkelte af dem mene endog, at det er dels lokale Isbræer og dels Indlandsisen, der — navnlig under Istiden — have udarbejdet de dybe Fjorde og den Skjærgaard af Øer, som nu findes rundt langs hele Grønlands Kyst. Det er særlig den Omstændighed, at saadanne Fjordkyster ikke findes paa andre Steder af Kloden end dem, der have gennemgaaet en Istid, som har tvunget enkelte Forskere til at tænke sig Fjordene skaarne ud ved Isbræer og disses Elve, og som sikkert ogsaa skal tvinge Fremtidens Geologer ind paa den samme, nu saa lidet moderne, Tankegang.

Ved Undersøgelserne over Indlandsisens større Udbredelse reiser der sig forskjellige Spørgsmaal, dels om Isen naaede sin yderste Grænse samtidig i de forskellige Dele af Grønland, dels om Isranden uafbrudt har været i Tilbagegang efter Istiden, eller om dens Tilbagevigen har været afbrudt af en eller flere Perioder, i hvilke den igjen rykkede frem, og endelig om Indlandsisens Historie før Istiden. Ved Besvarelsen af disse Spørgsmaal har man foreløbig saa faa Iagttagelser at støtte sig til, at Spørgsmaalene enten maa lades uløste eller maa løses i Analogi med de Resultater, Geologien er kommen til for andre Landes Vedkommende, hvor lignende Spørgsmaal have reist sig og fundet deres Besvarelse. Saaledes tør man vistnok — med geologiske Vidnesbyrd fra Amerika og Europa for Øie — antage, at der har været mindst en Gang efter Tidspunktet for

Isens største Udbredelse, hvor Indlandsisen, efter at have trukket sig tilbage, paany rykkede frem, men af geologiske Vidnesbyrd fra Grønland, der bekræfte denne Antagelse, har man egentlig ingen. Man kan nok paaberaabe sig, at Indlandsisen, som paavist af Brown og Kornerup, et Par Steder paa Vestkysten gaar ud over Lag, der maa være afsatte efter Tidsrummet for Isens største Udbredelse og udenfor Isens Rand, men dette Forhold behøver ikke at være Vidnesbyrd om andet end rent «tilfældige» lokale Frem- og Tilbagesvingninger af Isranden, altsaa ubetydelige og af ingen betvivlede Fænomener. Kunde det derimod paavises, at Indlandsisen i Tidsrummet mellem sin Glansperiode og Nutiden, en eller flere Gange, var rykket frem over Strækninger, den allerede havde trukket sig tilbage fra, saaledes at Fremrykningen havde fundet Sted samtidig over større Dele af Grønland, saa var det slaaet fast, at Grønland i det omtalte Tidsrum havde haft en eller flere varme eller «tørre» (nedbørfattige) Perioder.

Hvad Indlandsisens Oprindelse angaar, da har Spørgsmaalet herom ofte været paa Tale, og der er fremsat to Forklaringer desangaaende. Den ældre Forklaring, den Rinkske, gaar ud paa, at Indlandsisen er begyndt som en Isdannelse ved Mundingerne og Deltaerne af Floder, som i sin Tid antages at have ført Størstedelen af Nedbøren over Grønland ud til Havet, og at denne Isdannelse ved Opstemninger af Flodernes Vand, hvorved dette gik udenfor sit Leie og frøs til Is, efterhaanden — mens Kulden stadig tiltog — bredte sig, indtil faldende Sne tilsidst samlede de stivnede Floder og deres Omgivelser til et Hele, hvori de gamle Floder dog vedblivende fremtraadte med en vis Selvstændighed, nemlig som de nuværende Isfjorde. I Modsætning til denne Forklaring, som nærmest synes uddannet paa Grundlag af Iagttagelser over Isdannelsen om Vinteren ved grønlandske Elvmundinger, staar den af Hayes

og Steenstrup fremsatte Forklaring, at Indlandsisen, som jo i Nutiden udgjør et stort System af Bræer, ogsaa i sin Oprindelse er fremgaaet af Bræer, der begyndte deres Virksomhed i forskjellige Dele af Landet og saa efterhaanden voksede og samlede sig til et stort Hele. Denne naturlige Forklaring maa man absolut give Forrangen for den ældre, kunstige Forklaring. Indlandsisen maa sikkert være samlet af talrige lokale Bræer, hvis Historie rimeligvis rækker tilbage til længst forsvundne Jordperioder. Hvorledes Indlandsisen imidlertid opstod af disse Bræer, hvorledes den udvidede sig, naaede sin Glansperiode og atter begyndte at aftage, og hvilke Aarsager der have bevirket de Omskiftelser, den saaledes har været underkastet — det maa det være Fremtiden forbeholdt at bringe nærmere Klarhed i. Først Fremtiden vil ogsaa kunne bedømme den af Torell fremsatte Mening, at Indlandsisen, da den var paa sit Høidepunkt, havde sin Vestrand liggende helt ovre i Amerika. Nutidens Forskning maa herom nøies med at sige, at det er muligt, at Indlandsisen virkelig i Nord- og Mellemgrønland er gaaet tvers over Havet, over til Amerika, medens det derimod neppe tør antages, at Sydgrønlands Indlandsis nogensinde er naaet stort ud over den nuværende yderste Kystlinie mod Vest og Øst.

VI.

Undersøgelsen af Indlandsisen er for Øieblikket i Færd med at lægge helt nyt Land ind under sit Omraade, idet det mere og mere viser sig, at det er Indlandsisen eller rettere hele Isbedækningen over Grønland, der har givet Anledning til eller dog medvirket ved Opkomsten af de glaciale og cirkumglaciale Forskydninger mellem Havspeilet og den grønlandske Landmasse, for hvilke der dels foreligger paalidelige geologiske Vidnesbyrd, dels mere eller mindre stærke Indicier.

Disse Forskydninger synes at være foregaaede i følgende Orden:

1. Først synes Grønland at have ligget høiere i Forhold til Havspeilet, end det nu ligger. Dette antydes formentlig af de store Dybder i Grønlands Fjorde, forudsat da, at man er paa det rene med, at Fjordene ere af glacial Oprindelse. Hvis Landet nemlig paa den Tid, da Fjordene dannedes, havde ligget ligesaa dybt nedsænket i Havet, som det nu ligger, saa synes det, at Fjordbræerne paa Grund af Vandets Opdrift maatte være ophørte med deres udgravende Arbeide, længe før de vare komne saa dybt ned i Fjeldgrunden, som Fjordene vise, at de have været.

2. Senere laa Grønland i Forhold til Havspeilet lavere, end det nu ligger,

3. men som det fremgaar af talrige geologiske Vidnesbyrd, foregik der lidt efter lidt Forskydninger, hvorved Grønland kom til at ligge saa høit over Havspeilet, som det nu ligger,

4. ja maaske endogsaa høiere, hvis nemlig «Grønlands Synken» virkelig gaar for sig.

Disse Forskydninger har man allerede i nogen Tid forsøgt at forklare som Følger af Landisens Tiltagen og Aftagen, og der er i saa Henseende fremsat to ældre Theorier, hvoraf den ene gaar ud paa, at Havspeilet omkring Grønlandskysten maa være steget og faldet, eftersom den tiltrækkende Landis tiltog eller aftog i Masse, medens den anden Theori vil have, at Landisens Tiltagen og Aftagen i Forbindelse med Jordskorpens Elasticitet skal være Nøglen til Forstaaelse af Grønlands Sænkninger og Hævninger. Ingen af disse ældre Theorier formaar dog blot nogenlunde at forklare de store Forskydninger, det gjælder om at forklare, men paa Grundlag af den ene af Theorierne er der nylig opbygget en tredje Theori, der i hvert Fald indeholder vigtigere Bidrag til Problemets Løsning end de ældre

Theorier. Denne ny Theori, der skyldes Drygalski, gaar i sin mest abstrakte Skikkelse ud paa følgende:

Naar der lægger sig en større Isbedækning over et Land, forhindres Udstraalingen af indre Jordvarme og Indsugning af fremmed Varme, følgelig fremkommer der Varmeforrykninger i de øverste Lag under Isen. Varmeforrykningerne, der trænge dybere og dybere ned, føre igjen til Rumfangsforandringer i de paagjældende Bjergarter; herved og ved den lokale Belastning med Isen fremkommer der Bevægelser i Jordlagene under og omkring det isdækkede Omraade.

Naar Isbedækningen delvis eller helt forsvinder, fremkommer der en ny Anledning til Bevægelser i Jordlagene, thi saa begynder der en Tilpasning af de paa Grund af Isbedækningen opstaaede Varmeforhold til den ny Tingenes Orden. Denne Tilpasning, der fører til ny Rumfangsforandringer og Bevægelser i Jordlagene, tager lang Tid paa Grund af Varmens kun langsomme Forplantning gennem Jordlagene.

Det vil fremgaa af ovenstaaende Antydninger, at de glaciale og cirkumglaciale Forskydninger mellem Havspeilet og den grønlandske Landmasse i hvert Fald for en Del maa skyldes Landisens (Indlandsisens og Lokalbræernes) Tiltagen og Aftagen, idet disse Fænomener nødvendigvis maa have havt saadanne Forskydninger til Følge. Da imidlertid den vigtigste af de Theorier, der gjøre Rede for dette Forhold, endnu kun foreligger i en Række genialt henkastede Antydninger, og da desuden Undersøgelserne og Spekulationerne om Grønlands Hævning og Synken, om forsvundne Landbroer mellem Grønland og andre Lande o. s. v. i alt væsentlig have udviklet sig uafhængig af Undersøgelserne over Indlandsisen, maa nærværende Afhandling med Hensyn til Spørgsmaalet om Forskydningerne nøies med ovenstaaende orienterende Bemærkninger.

VII.

Bortseet fra de i foregaaende Afsnit berørte Problemer og fra Udredningen af Grundene til Grønlands Klimatændringer i de seneste geologiske Tidsrum, stiller der sig for Fremtidens Forskning følgende store Opgaver:

1. Kortlægning og Undersøgelse af Indlandsisens Rand og af det foranliggende Kystland i det mellemste og nordlige Østgrønland.

2. Expeditioner tvers over eller langt ind paa Indlandsisen i Mellem- og Nordgrønland.

3. Undersøgelse af Sporene efter Isens tidligere Udbredelse i Kystlandet nordenfor det danske Grønland.

4. Prøvelse (ved Undersøgelser i Grønland og Amerika) af Hypotesen om Indlandsisens fordums Udbredelse tvers over Havet over til Amerika.

Hver af disse Opgaver repræsenterer et Hul i vor Viden; det vil derfor sees, at hvor meget Arbejde der end er sat ind paa Undersøgelsen af Indlandsisen, og hvor store Resultater der ogsaa ere naaede i saa Henseende, saa staar der dog nok tilbage af ubesvarede Spørgsmaal. Der er imidlertid Udsigt til, at nogle af disse Spørgsmaal ville blive besvarede i den nærmeste Fremtid.

Tilføielser.

S. 283. Indlandsisen er antydnet paa haandskrevne Grønlandskort fra c. 1467 og 1606, men hvor stor og selvstændig Betydning disse Kort have som Vidnesbyrd om de gamle Nordboers Kjendskab til Indlandsisen, er endnu et uafgjort Spørgsmaal.

S. 284. Vedtegningen herom paa Mejers Kort viser bedre end alt andet, i hvor høi Grad de gamle Efterretnin-

ger om Grønlands Indre vare gaaede i Glemme, og det er derfor forklarligt nok, at de Søfarende, der i det 16de, 17de og Begyndelsen af det 18de Aarhundrede færdedes i Havene omkring Grønland, og som væsentlig holdt sig til Landets Yderkyster, ikke kunde forstaa, hvorfra Isfjeldene, som de mødte, havde deres Oprindelse, og hvorfor de særlig kom ud af bestemte Fjorde. Forbauselsen over dette Fænomen er udtrykt i Haans Beskrivelse over en Del af Grønlandskysten, hvori det heder om Jakobshavns Isfjord i Mellemgrønland: «En Fjord, der altid er fuld af Is, med forfærdelige, høie Isfjelde, men hvorfra de komme, er endnu ubekjendt; denne Fjord kaldes Isfjord.»

S. 288. Der er fra Begyndelsen af forrige Aarhundrede — bortset fra en enkeltstaaende Efterretning om et Forsøg, der skal være gjort, paa med Skier at trænge frem over Indlandsisen, og hvorved en Mand skal være styrtet i en Isrevne og omkommet, — endnu kun at nævne, og det endda kun som Kuriosum, at Lægen Osten i Aaret 1743 sad i Grønland og udkastede Planer til at smelte Indlandsisen bort ved Hjælp af Brændspeil. Han skriver blandt andet: «Man betænke kun den Skade, Isen uimodstaaelig tilveiebringer . . . Isen synes vel næsten uovervindelig og uimodstridelig, men dog er den overvættes Hede, som de ved overmaade store Brændspeil koncentrerede Solens Straaler lettelig tilveiebringe, i det allermindste ligesaa mægtig.»

S. 289. Giesecke erhvervede sig desuden ved Reiser i Kystlandet et nøie Kjendskab til Indlandsisens Bræmme og udgav 1825 et Kort over det sydligste Grønland, hvorpaa Isens Vestgrændse mod Yderlandet og Havet er bestemt markeret, en Omstændighed, hvorved Kortet hæver sig over alle ældre Grønlandskort.

(Nærværende Afhandling er en »anden og ændret Udgave« af en Række Artikler, der i Mai og Juni 1889 have været optagne i dansk Nationaltidende.)

Beiträge zur Kenntniss der Gesetze der Mineralbildung in Schmelzmassen und in den neovulkanischen Ergussgesteinen (jüngeren Eruptivgesteinen).

Von

I. H. L. Vogt,

Kristiania.

(Fortsetzung von Seite 96).

Die Mineralien der Melilithgruppe, — nämlich

Gehlenit, Melilith und ein neues tetragonales, nicht Al_2O_3 -führendes
(Ca,Mg)O-Silikat (*Akermanit*), nebst Zwischengliedern.

Literatur.

John Percy. Report on the crystalline slags. Report of the 16th meeting of the British association for the advancement of science. London, 1847.

David Forbes. Chemisk undersøgelse af nogle ved jernfabrikationen frembragte krystallinske slagge. Nyt magasin f. naturv. (Kristiania) B. 5, 1848.

I. Fr. L. Hausmann. Beiträge zur Kenntniss der Eisenhohofenschlacken. Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde. 6tes B.'s 3tes H. 1854. Seite 337.

K. C. v. Leonhard. Hüttenerzeugnisse usw. 1858. Seite 326 und 328.

F. Bothe. Beiträge zur Kenntniss krystallisirter Schlacken. Erdmann's Journ. f. prakt. Chemie. B. 78. 1859.

C. Rammelsberg. Lehrbuch der chemischen Metallurgie. 2 Aufl. Berlin. 1865. Seite 118.

L. Bourgeois. Reproduction, par voie ignée, d'un certain nombre d'espèces minérales etc. Thèses 1883. — Ann. de chim. et de phys. 1883. 5e série, t. XIX.

I. H. L. Vogt. «Schlackenstudien, I», Seite 105—148, 291—292.
— Resumé in Jernkontorets Annalen, 1885. — Berg- und hüttenmännische Zeitung, 1888, No. 19 und 21.

A. d. Firket. Sur quelques minéraux artificiels pyrogénés. Annales de la Soc. géol. de Belgique. 1885. B. 12.

C. Rammelsberg. Ueber die Zusammensetzung krystallisirter Schlacken. Zeits. für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preuss. Staate. 1886. B. 34.

H. Bauerman. Note on a rare blast furnace slag of the composition of gehlenite. Journal of the Iron and steel institute, 1886.

F. Fouqué. Sur un minéral artificiel provenant d'une scorie de forge. Bull. Soc. min. 1886.

Dabei auch die Uebersichtsarbeiten von F. Fouqué et Michel Lévy und von Bourgeois.

Bei der Abkühlung basischer und stark CaO -reicher Schmelzmassen mit einem mässigen Gehalte an Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Mn_2O_3 und etwas, jedoch nicht zu viel MgO , MnO , FeO , K_2O , Na_2O usw. scheiden sich bekanntlich tetragonale Mineralien aus, die mit dem natürlichen Melilith und Gehlenit identisch oder äusserst nahe verwandt sind. Dabei bildet sich auch in mässig basischen, CaO -reichen und gleichzeitig $(Mg, Mn, Fe)O$ -führenden Schmelzmassen (Sauerstoffverh. ca. 1.30—1.55), die gar nicht oder nur ziemlich wenig Al_2O_3 enthalten, ein tetragonales, thonerdefreies $(Ca, Mg)O$ -Silikat (Åkermanit), das keinem bis jetzt in der Natur gefundenen Mineral entspricht, und das eine sehr grosse mineralogische Aehnlichkeit mit dem Melilith zeigt.

Die hier vorläufig kurz als Gehlenit und Melilith bezeichneten Mineralien bilden, im Verein mit dem letztgenannten $(Ca, Mg)O$ -Silikat, — in ähnlicher Weise wie die Feldspäthe, Glimmer, Skapolithe¹⁾ usw., — eine besondere

¹⁾ Zu den Skapolithen rechnen wir hier, den Arbeiten G. Tschermaks zufolge (sieh «Die Skapolithreihe», Sitzber. d. k. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien. 1883, und «Das Mischungsgesetz der Skapolith-Reihe», Tscherm. Min. u. petrogr. Mitth. No. 7) die Mineralien

Mineralienfamilie, deren einzelne Glieder als Gemische verschiedener Fundamentalverbindungen anzusehen sind. — Weil die verschiedenen Glieder der Reihe in Bezug auf die krystallographischen Constanten, optischen Eigenschaften, Spaltbarkeit, specifisches Gewicht usw. einander sehr nahe stehen und wahrscheinlich mit einander durch Zwischenglieder verbunden sind, und daneben auch weil unsere künstlichen tetragonalen Mineralien im allgemeinen keine absolut vollständige mineralogische, optische und chemische Untersuchung erlauben, lässt sich in den Schmelzproducten eine detaillirte Specialdiagnose nicht immer durchführen; besonders giebt es oft Fälle, wo es nicht entschieden werden kann, ob das erhaltene Mineral am nächsten zu Gehlenit oder zu der opt. negativen Melilithvarietät, oder in anderen Fällen am nächsten zu der opt. positiven Melilithvarietät oder dem neuen $(Ca,Mg)O$ -Silikat zu stellen ist.

Die wichtigsten Eigenschaften der in den Schmelzproducten ausgeschiedenen Mineralien, die zu Gehlenit (opt. neg.) und Melilith (opt. neg., opt. scheinbar isotrop, opt. pos.) hingeführt werden können, sind:

Die Mineralien erscheinen in quadratischen, im allgemeinen kurz säulenförmigen oder tafelförmigen — obwohl nicht dünn blattförmigen — Krystallen, die von OP und $\infty P\infty$, ziemlich oft dabei auch von der kleinen Kantenabstumpfung ∞P^1), dagegen äusserst selten von anderen Flächen begrenzt sind.

Meionit, Wernerit, Mizzonit, Marialith, Dipyr, Couseranit. usw., — die sämmtlich aus Marialith- und Mejonitsilikat constituirt sind, — dagegen nicht Melilith und Gehlenit.

¹⁾ Unter den zwei verticalen Pinacoiden ist fast immer das eine stark entwickelt, während das andere, — nämlich dasjenige, dem die Aufbaurichtung parallel verläuft (Fig. 6), — nur eine schwache Abstumpfung bildet; dieselbe Erscheinung wiederholt

Terminale Flächen sind meines Wissens an dem künstlichen Gehlenit nie und an dem Melilith nur einmal, nämlich von Bothe (l. c.) beobachtet und beschrieben worden. Die betreffenden Krystalle, aus einer Hohofenschlacke von Bettingen bei Lebach (Analyse No. 139), waren von $\infty P . \infty P\infty . \infty Pn . OP . P . P\infty$ begrenzt, und die Messungen ergaben:

$$P:P = 66^{\circ}43' \qquad P\infty : P\infty = 49^{\circ}27'$$

$$\text{Also } a:c = 1:0.4666$$

An dem natürlichen Melilith hat Des Cloiseaux (Manuel de Minéralogie, 1862) gefunden:

$$P:P = 65^{\circ}30', \text{ folglich}$$

$$a:c = 1:0.4548^1)$$

Die Abweichung rührt wahrscheinlich daher, dass die künstlichen Krystalle facettirt waren, die Messungen also nicht absolut genau.

Selber habe ich mehrere hundert Schlackenstufen mit frei entwickelten Melilith- und Gehlenit-Krystallen durchmustert, nie aber andere Flächen als $OP . \infty P\infty . \infty P$ gefunden.

Die Mineralien sind optisch einachsigt (ohne optische Anomalie); der Brechungsunterschied zwischen dem ordi-

sich auch an dem natürlichen Melilith (und Gehlenit), wo das hervortretende Pinacoid nach der ein für allemal gewählten Stellung als $\infty P\infty$ bestimmt worden ist. Theils aus diesem Grunde und theils weil eine Spaltbarkeit, resp. Andeutung zu Spaltbarkeit an dem künstlichen Gehlenit und Melilith wie auch an den entsprechenden natürlichen Mineralien parallel der hervortretenden Pinacoidfläche geht, rechnen wir, wo sichere Entscheidung durch Messungen nicht zu treffen ist, das grosse Pinacoid als $\infty P\infty$ und das kleine als ∞P . Die Wachstumsrichtung auf OP wird dementsprechend ∞P .

¹⁾ Naumann-Zirkel (Elemente der Mineralogie) und P. Groth (Tabellarische Uebersicht der Mineralien) giebt den Werth $a:c = 1:0.6429$, was darauf beruht, dass P in der Rechnung als $P\infty$ betrachtet worden ist.

nären und extraordinären Strahl ist immer sehr klein, wechselt übrigens, wie auch der optische Character, je nach der variirenden Zusammensetzung des ausgeschiedenen Minerals. Zwar können wir hier, wenn wir uns vorläufig nur mit den $(Fe_2, Mn_2)O_2$ -freien und an $(Fe, Mn)O$ ziemlich armen Krystallen beschäftigen, eine bestimmte Reihenfolge nachweisen: Diejenigen tetragonalen Glieder unserer Mineralgruppe, die in stark basischen und gleichzeitig sehr thonerdereichen Schmelzflüssen gebildet worden sind, — also die künstlichen Gehlenite, — sind immer opt. negativ, und die Interferenzfarben gehen in den mikroskopischen Präparaten der gewöhnlichen Dicke im allgemeinen nicht über das »gelblich blau bis klareres grau und grünlichweiss« der ersten Ordnung hinüber, ganz wie es mit dem natürlichen Gehlenit der Fall ist; die Mineralien der etwas SiO_2 -reicheren und Al_2O_3 -ärmeren Schmelzmassen, — nämlich die eigentlichen Melilithe, — sind fortwährend opt. negativ, die Interferenzfarben sind jedoch etwas niedriger wie in dem ersten Falle, erreichen nur das »rein blau oder graublau« der ersten Ordnung, genau wie bei dem natürlichen Melilith; auf der nächsten Reihenstufe ist das Mineral unter gekreuzten Nicols völlig dunkel, beim Drehen des Präparats lässt sich keine Nuancirung beobachten, das Mineral ist also als optisch isotrop oder scheinbar optisch isotrop zu betrachten; bei den folgenden Gliedern ist der opt. Character immer positiv, die Interferenzfarben sind aber fortwährend ganz matt, steigen nicht über das »eisengrau bis lavendelblau« der ersten Ordnung. An diese knüpfen sich wiederum einige opt. positive Zwischenglieder, und endlich gelangen wir am Schluss der Reihe zu dem neuen, opt. positiven, thonerdefreien $(Ca, Mg)O$ -Silikat (Åkermanit).

*Optisch negative Glieder der Reihe:*¹⁾

Sämmtliche von Bourgeois synthetisch dargestellten Gehlenite und Melilithe (die ersteren von der Zusammensetzung ziemlich genau $3RO \cdot R_2O_3 \cdot 2SiO_2$, die letzteren $12RO \cdot 2R_2O_3 \cdot 9SiO_2$); das am nächsten zu Gehlenit zu rechnende Mineral in No. 163, No. 172—177, und das Melilith-Mineral in No. 153, 154 a & b, 157 und in vielen nicht analysirten Schlacken, darunter unter anderen auch die früher sogenannten »Idokras-Schlacken« von Louisenthal und Mägdesprung.²⁾ — I. S. Diller und I. E. Whitfield³⁾ erwähnen opt. negativen Gehlenit aus einigen Hohofenschlacken von Mc Wille, Pennsylvanien, ohne jedoch Analysen oder nähere Beschreibung beizufügen.

Die Nuance der Interferenzfarben unter gekreuzten Nicols dieser opt. negativen Glieder sind:

Rothorange, erster Ordnung (unter parallelen Nicols blaulichgrün): bei No. 176⁴⁾.

Klareres grau bis grünlichweiss, gelegentlich bis zu gelblich weiss, erster Ordnung (unter parallelen Nicols

¹⁾ Der opt. Character bei den hiesigen Untersuchungen ist überall in convergent- polarisirtem Lichte, mit Hülfe der $\frac{1}{4}$ -Undulations-Glimmerplatte, bestimmt worden, theils an den frei entwickelten Krystallen, theils an relativ dicken Präparaten der Krystalle, $\neq OP$ geschliffen, und theils endlich an den gewöhnlichen Präparaten der Schlackenmasse, bei Schnitten, die mehr oder weniger annähernd $\neq OP$ getroffen sind. — In mehreren Fällen ist eine sichere Entscheidung nicht zu erhalten, theils weil die Individuen zu klein sind (z. B. bei No. 155, 169—170), und theils weil sie zu stark von fremder Substanz, hauptsächlich Monosulfid, verunreinigt sind (z. B. bei No. 149, 160).

²⁾ H. Credner (senior). Beschreibung einer kryst. Blauofenschlacke von Louisenthal. Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal. 1837. — K. C. v. Leonhard. Hüttenerzeugnisse usw. — Das Originalmaterial dieser Schlacken ist mir gütigst von den Sammlungen der Freiburger- und Berliner-Bergacademie überlassen worden.

³⁾ American Journal of Science. Vol. 37, 1887. Seite 220.

⁴⁾ Dies Glied ist vielleicht noch mehr basisch und reich an Thonerde als der Gehlenit, hierüber mehr später.

braungelb, intensiv braun, bis röthlich braun): Bei No. 157, 161, 163, 172—175, 177. — Das in den hiesigen Fällen ausgeschiedene Mineral wird, wegen des niedrigen Gehalts an SiO_2 und des gleichzeitig hohen Gehalts an Al_2O_3 der Schmelzflüsse, zu dem Gehlenit oder zu denjenigen Gliedern, die dem Gehlenit nahe stehen, hinzurechnen.

Graublau und intensiv himmelblau (unter parallelen Nicols weiss mit hervortretender gelber oder brauner Nuance), wie an dem natürlichen Melilith: bei No. 149, 152, 153, 155, 169—70, No. 5, dabei No. 142 und 156 (bei den zwei letzteren jedoch nur an der äusseren Randzone der Individuen), und endlich bei vielen nicht analysirten Schlacken, z. B. den früher erwähnten »Idokras-Schlacken«; mehreren Schlacken von Schisshyttan. usw. — Mit Rücksicht auf die SiO_2 - und Al_2O_3 -Gehalte der Schmelzmassen hat man überall hier ein Mineral zu erwarten, das in chemischer Beziehung ziemlich genau mit dem natürlichen Melilith überein stimmt.

Opt. isotrope oder scheinbar isotrope Glieder der Reihe: Bei No. 142 und 156 begegnen wir einem interessanten zonalen Aufbau (hierüber mehr später), indem der centrale Theil der Individuen isotrop oder beinahe isotrop erscheint, während dagegen die Randzone die für den gewöhnlichen Melilith so charakteristischen himmelblauen Interferenzfarben zu erkennen giebt. Bei No. 142 ist die Kernpartei, die ungefähr zwei Drittel der Individuen ausmacht, unter gekreuzten Nicols in allen Stellungen absolut dunkel, bei No. 156 dagegen beobachtet man beim Drehen des Präparats in dem Kern eine äusserst schwache Nuance zwischen ganz dunkel und tief eisengrau, dann kommt eine völlig isotrope Zone, und zum Schluss folgt die periferische Zone mit den blauen Interferenzfarben; aus der letzteren Erscheinung geht hervor, dass die Ursache der dunklen Farbe der centralen Theile nicht etwa in einer winzigen Dicke der

Präparate zu suchen sein konnte. — Unter gekreuzten Nicols sind die centralen Theile ganz weiss, die periferischen dagegen weiss mit einer gelbbraunen Nuance.

Opt. positive Melilithe mit äusserst niedrigen Interferenzfarben: Das tetragonale Mineral in No. 146, 159 und mehreren nicht analysirten Schlacken, z. B. einer Schlacke von Pennsylvanien und von Schisshyttan (mit ganz wenig MnO), mehreren Schlacken von Eisenerz usw., dabei auch No. 158 (letztere nach Fouqué, l. c.). — Als Beispiel dieser Schlacken wählen wir No. 146: die Interferenzfarben unter gekreuzten Nicols gehen bei einem Präparat der gewöhnlichen Dicke nicht über das lichtgrau, ohne bläuliche Nuance, und unter parallelen Nicols sind die Individuen weiss mit einem schwach bräunlichen Tone; an einem dickeren Präparat, $\pm \infty P \infty$ geschliffen, resp. lichtgrau und gelbbraunlich weiss; die Bestimmung des opt. Characters musste an einem sehr dicken Präparat, $\pm OP$ der frei entwickelten Krystalle, ausgeführt werden. — Bei No. 159 sind die Interferenzfarben ein Bischen stärker, unter gekreuzten Nicols lichtgrau und unter parallelen Nicols weiss mit einer braunen Nuance. — Zu dieser Gruppe rechnen wir auch No. 160, wo die Interferenzfarben so niedrig sind, dass der opt. Character sich nicht bestimmen lässt.

Dass diese Melilithvarietät sich durch einen niedrigeren Al_2O_3 - und höheren SiO_2 -Gehalt als die früheren auszeichnet, und dass sie durch Uebergänge mit dem Al_2O_3 -freien $(Ca, Mg)O$ -Silikat, Åkermanit, verbunden ist, werden wir später näher erörtern.

Die opt. negativen, stark FeO -reichen Melilithe in No. 154 *a* & *b* zeigen blaue Interferenzfarben mit einer deutlichen gelben Nuance; es scheint somit, dass der Brechungsunterschied durch bedeutende Gehalte an FeO etwas vergrössert wird. — Dieselbe Wirkung scheint auch, zufolge der Untersuchung der von Bourgeois dargestellten

Melilithe, durch ziemlich geringe Mengen von Fe_2O_3 und Mn_2O_3 hervorgerufen zu werden.

Diejenigen Melilithe und Gehlenite, die neben Al_2O_3 und CaO keine anderen Basen als MgO, Na_2O, K_2O enthalten, sind ganz wasserhell, folglich nicht pleochroitisch. — Die Monooxyde des Eisens und Mangans, FeO und MnO , rufen, selbst wenn sie in beträchtlichen Mengen vorhanden sind, keinen merkbaren Farbenton hervor, während dagegen selbst ziemlich kleine Gehalte der Sesquioxyde, Fe_2O_3 und Mn_2O_3 , stark färben und zwar Fe_2O_3 gelb und Mn_2O_3 violett¹⁾. Die letzteren Melilithe sind etwas pleochroitisch (cfr. näher die Untersuchung von Bourgeois, l. c.).

Tetragonales, opt. positives, Al_2O_3 -freies $(Ca, Mg)O$ -Silikat, $R_4Si_3O_{10}$ (Åkermanit) — In den mässig basischen (Sauerstoffverh. 1.25—1.50), Al_2O_3 -freien $(Ca, Mg)O$ -Schmelzflüssen, z. B. in den CaO - MgO -1.50 Silikat-Schmelzproducten No. 186—188, ohne Al_2O_3 (oder richtiger mit 0.62—0.70 % Al_2O_3) der Åkerman'schen Serien, scheidet sich ein Mineral aus, das durch die folgenden Kriterien gekennzeichnet wird:

Es erscheint in den mikroskopischen Präparaten in quadratischen Tafeln ($\neq OP$), mit ziemlich scharfen äusseren Begrenzungsflächen ($OP \propto P \propto$, bisweilen einer kleinen Kantenabstumpfung $\propto P$). Die Tafeln sind immer sehr dünn,

¹⁾ Der Melilit in den stark MnO -reichen — und Mn_2O_3 -freien — Hohofenschlacken, z. B. No. 156 (mit 6.60 % MnO), No. 142 (10.37 % MnO), No. 5 (11.5 % MnO) nebst mehreren nicht analysirten, ebenso die FeO -reichen Melilithe in No. 154 a & b (mit resp. 18.7 und 22.6 % FeO) sind in den mikroskopischen Präparaten ganz wasserhell. — Die ziemlich starken violetten, resp. gelben Farben der von Bourgeois dargestellten mangan- und eisenreichen Melilithe können deswegen nicht von den Oxydulen herühren. Bei der Schmelzung ist etwas Oxydul zu Oxyd, durch den Einfluss der Luft, oxydirt worden, die Farben sind demnach der Wirkung der Oxyde zuzuschreiben.

oft sogar ganz blattdünn; gewöhnlich liegen mehrere in beinahe derselben optischen Orientirung parallel auf einander, ein Gesamtindivid bildend wie aus Fig. 5 näher hervorgeht.

Bei der Untersuchung in convergent-polarisirtem Lichte lässt sich sehr leicht entscheiden, dass unser Mineral *optisch einachsig* ist, — also dem *tetragonalen* Krystall-system angehörend; — und dass der opt. Character *positiv* ist. — Die Interferenzfarben sind ziemlich matt, und zwar erreichen sie in den Präparaten der gewöhnlichen Dicke, unter gekreuzten Nicols, das »graublau bis klareres grau« der ersten Ordnung (unter parallelen Nicols rein braun, ziemlich intensiv); bei einer Serie von etwas dickeren Präparaten¹⁾ derselben Schmelzmassen gehen sie sogar unter gekreuzten Nicols bis zu dem »strohgelb bis hellgelb« der ersten Ordnung (unter gekreuzten Nicols tiefviolet bis indigoblau). — Der Brechungsunterschied zwischen dem ordinären und extraordinären Strahl beträgt demgemäss bei dem vorliegenden Mineral ungefähr dieselbe Grösse wie bei dem Gehlenit; er ist grösser als bei dem negativen Melilith, bedeutend grösser als bei der positiven Melilithvarietät und endlich etwas grösser als bei dem Zwischenglied gegen die letztere.

Die Individuen zeigen sehr oft Risse $\neq OP$ und $\infty P\infty$; ob jedoch diese als Zusammenwachsungsflächen verschiedener Subindividuen oder gelegentlich dabei auch als Spaltbarkeiten anzusehen sind, lässt sich in den vorliegenden Schmelz-producten nicht sicher feststellen; jedoch scheint es, dass unser Mineral Spaltbarkeit $\neq OP$ und $\infty P\infty$ besitzt.

Die Oberfläche der in den Tiegeln, — bei einer Abkühlung von etwa einer Stunde, cfr. Seite 6—7, — erstarrten Massen

¹⁾ Die letzteren sind von dem Firma R. Fuess, Berlin, die ersteren von dem Wachtmeister des mineralogischen Instituts zu Stockholm, A. Andersson, geschliffen worden.

der No. 186—188 wie auch der No. 106 und 189 sind mit einer Unzahl frei entwickelter und ziemlich grosser (bis 4 mm. breiter) Krystalle bedeckt, nämlich dünne tetragonale Tafeln mit einer ganz flachen Pyramide; die Flächen der *c*-Zone sind im allgemeinen, obwohl nicht immer, in der Schlackenmasse versteckt, die terminalen Flächen dagegen ragen frei hervor. — Indem wir auch hier, wie bei den Gehleniten und Meliliten, das am meisten hervortretende Vertical-Pinacoid als $\infty P \infty$ und die Wachstumsrichtung als ∞P auffassen, wird die terminale Fläche als Deuteropyramide zu bezeichnen sein. Diese ist freilich stark glänzend, dabei aber leider durch und durch facettirt; genaue Messungen sind deswegen unmöglich.

Messungen mit Reflections-Goniometer ergaben: Bei No. 186, Winkel zwischen jeder zwei einander gegenüber liegenden Flächen der Deuteropyramide, bei Krystall No. I: zwischen den Grenzen $11^{\circ}5' - 13^{\circ}3'$ und $10^{\circ}45' - 12^{\circ}29'$, wahrscheinlicher Werth ca. $11\frac{1}{4}^{\circ}$, bei Krystal No. II: zwischen $11^{\circ}19' - 11^{\circ}26'$, und der Winkel zwischen zwei Seite bei Seite liegenden Flächen, bei Krystall No. I: zwischen den Grenzen $7^{\circ}58' - 9^{\circ}19'$, $7^{\circ}58' - 8^{\circ}51'$, $7^{\circ}52' - 9^{\circ}36'$, $7^{\circ}43' - 8^{\circ}56'$, wahrscheinlicher Werth etwas über 8° , und bei Krystall No. II: $7^{\circ}48' - 7^{\circ}57'$, $7^{\circ}38' - 8^{\circ}5'$, ca. 8° , $8^{\circ}10' - 8^{\circ}44'$. Den Winkeln $11^{\circ}19'$ und $11^{\circ}26'$ entsprechen resp. $8^{\circ}1'$ und $8^{\circ}6'$.

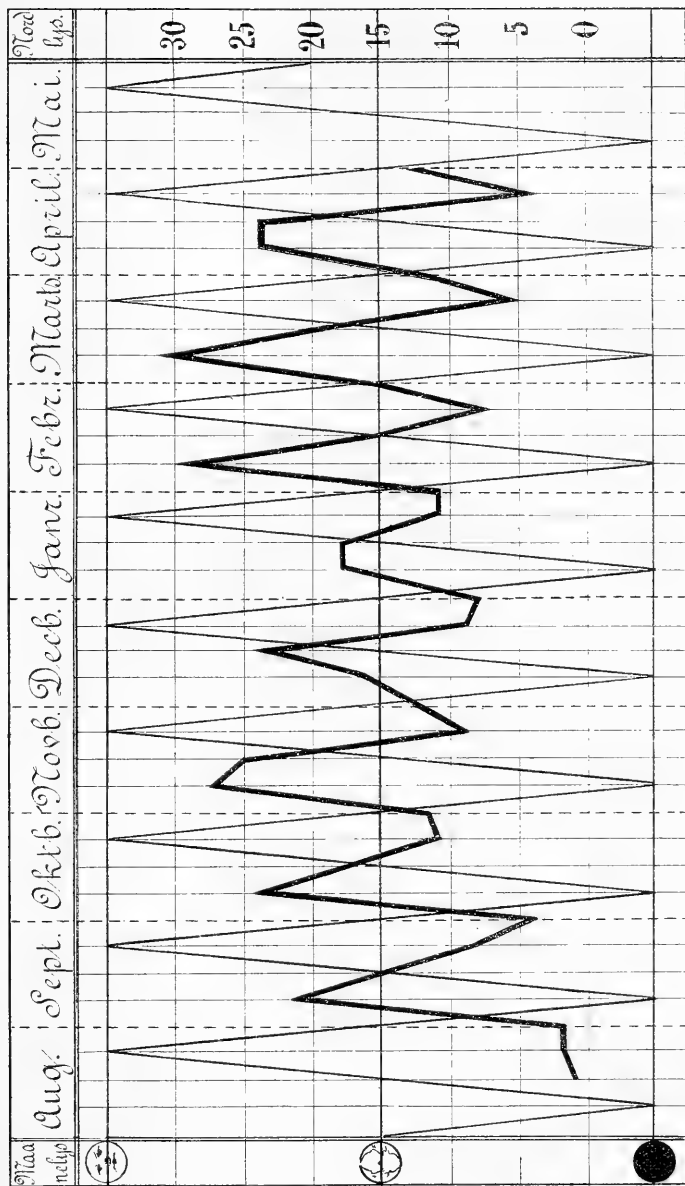
Die wahrscheinlichen Werthe sind resp. $11^{\circ}19'$ und $8^{\circ}1'$; dies giebt, wenn die Fläche als $nP \infty$ aufgefasst wird,

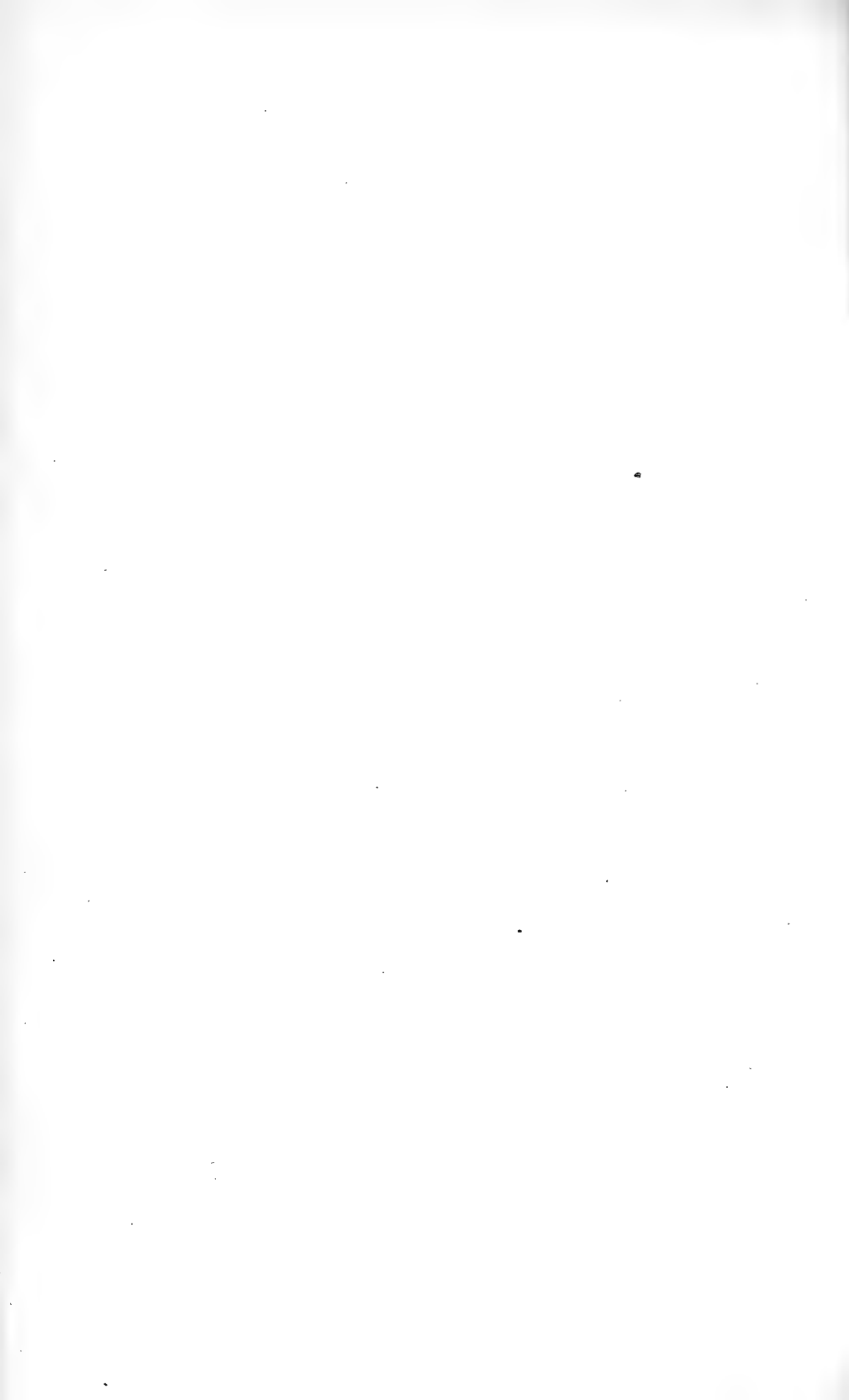
$$nc = 0.0991.$$

Die *c*-Achse bei Melilith und Gehlenit beträgt resp. 0.4548 und 0.400; würden wir auch bei dem vorliegenden Mineral eine etwa entsprechende *c*-Achse wählen, wird die Deuteropyramide = $\frac{1}{4} P \infty$ (bei *c* = ca. 0.4) oder $\frac{1}{5} P \infty$ (bei *c* = ca. 0.5) zu bestimmen sein.

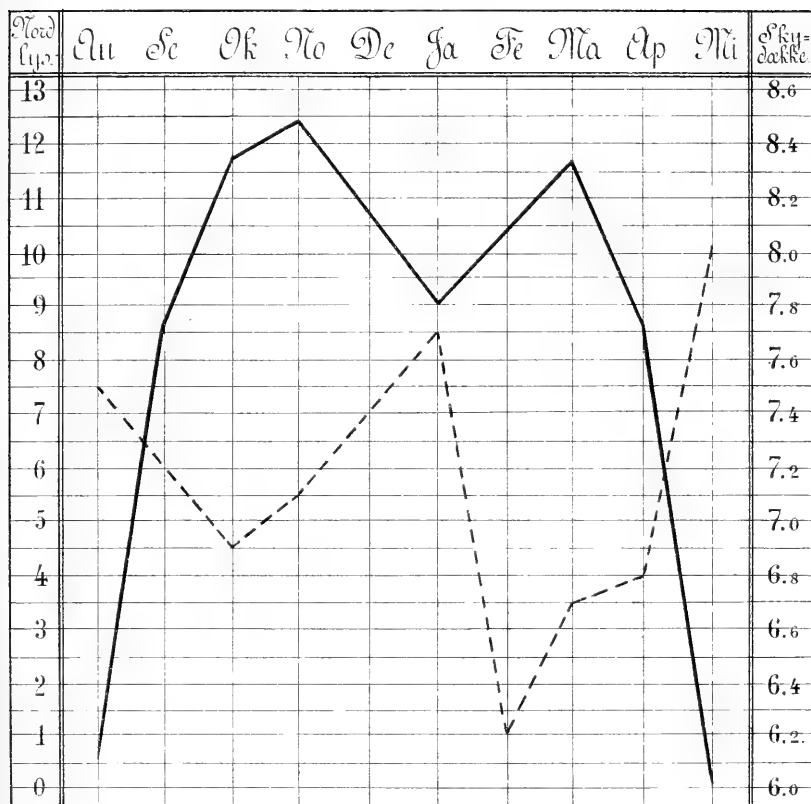
Unser Mineral zeichnet sich unter anderem dadurch

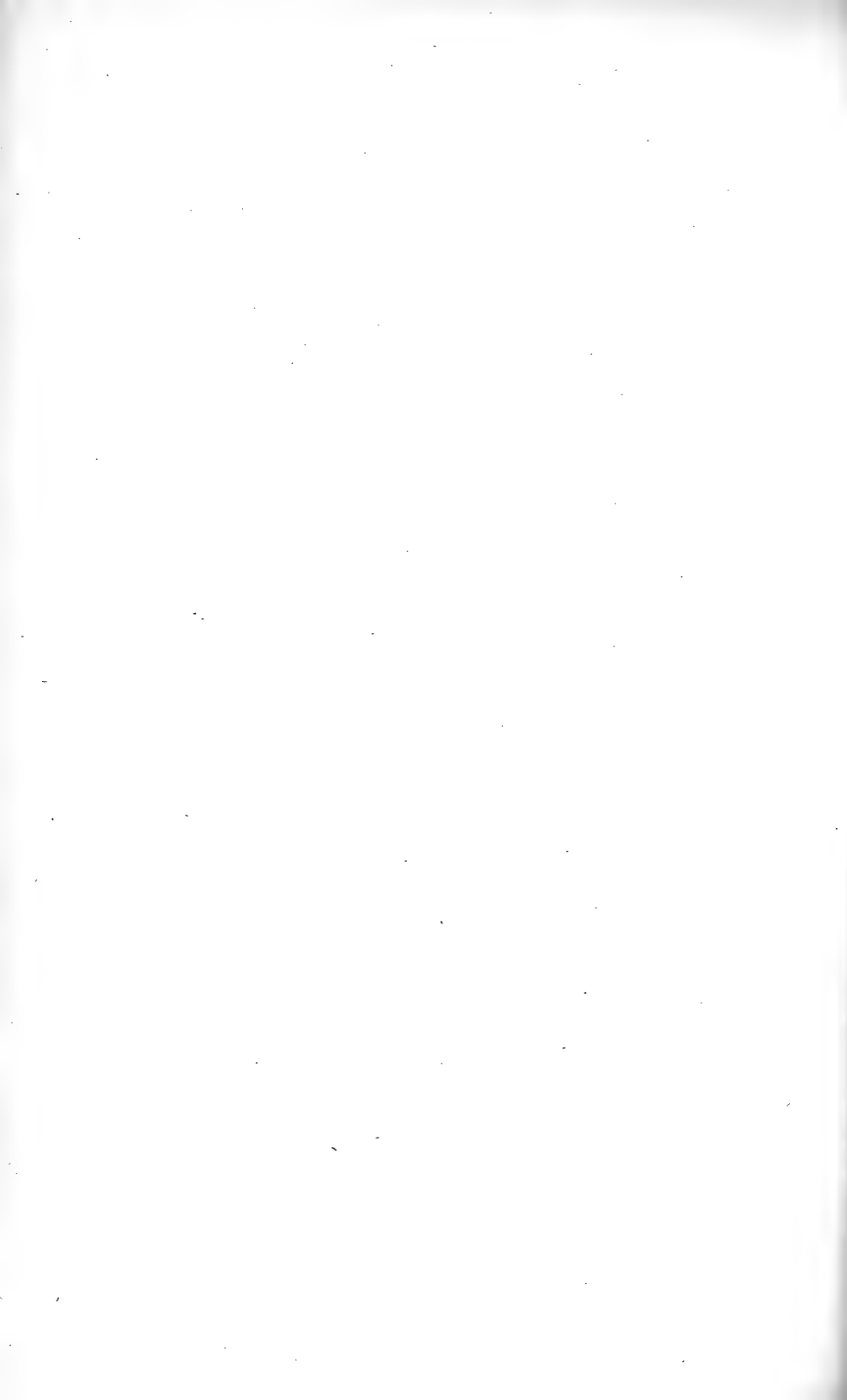
Tab. III.



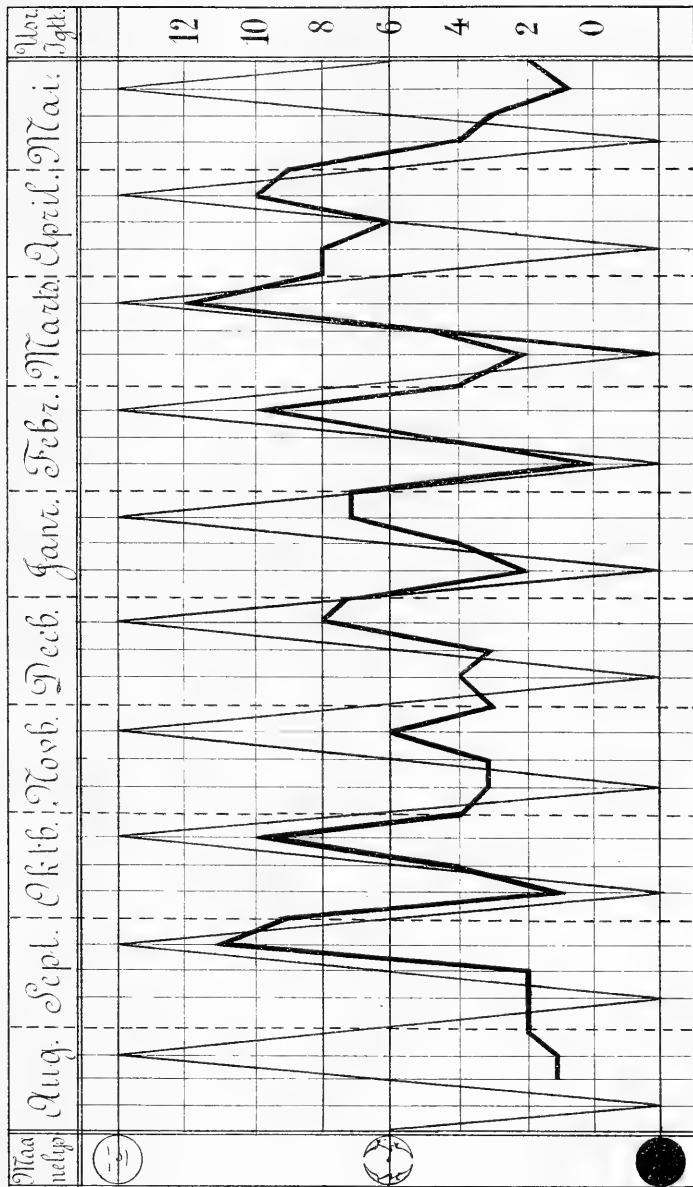


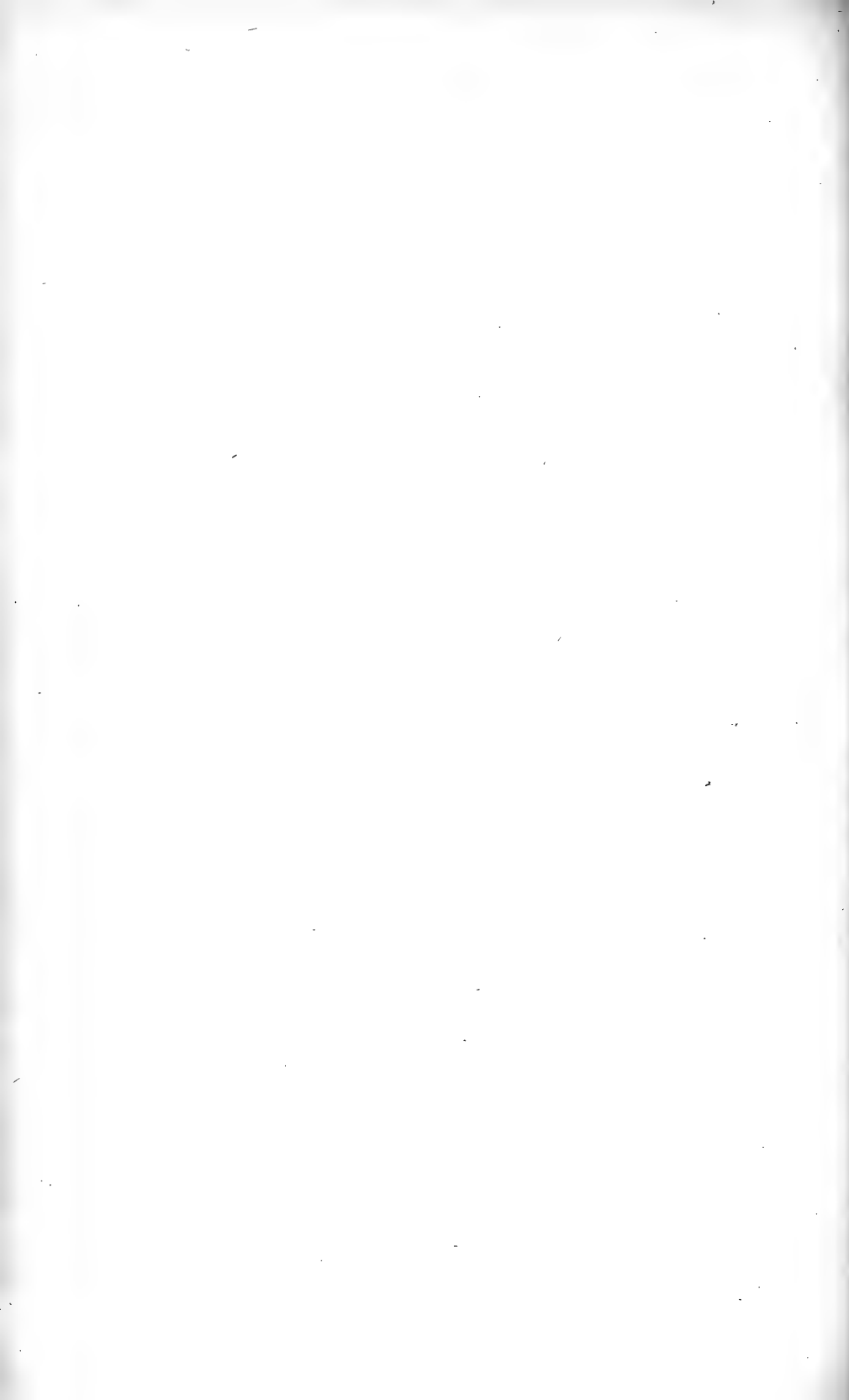
Tab. IV.





Tab. VII.





aus, dass es selbst bei sehr schneller Abkühlung Individuen von einer erstaunenden Grösse bildet; bei den Åkerman'schen Schmelzserien beträgt die Breite der frei entwickelten Krystalle der in den Tiegeln erstarrten Massen, bei einer Zeit der Abkühlung von etwa einer Stunde, zu nicht weniger als ungefähr 4 mm., und in den Präparaten derselben Schlacken sind die Individuen ca. 1—3 mm. lang oder breit; die Krystalle der im Calorimeter äusserst schnell abgekühlten Massen sind, wie a priori zu erwarten wäre, etwas kleiner, jedoch 0.1—0.5 mm. lang oder breit.

In den vorliegenden Schmelzproducten, No. 186—188, bildet unser Mineral überall den ganz überwiegenden Theil, im allgemeinen ca. 70—80 %, gelegentlich sogar vielleicht 80—90 %, der ganzen Masse; der Rest ist hauptsächlich ein reines Glas, hie und da findet sich auch in winziger Menge einige ganz kleine Krystalle und Sphärolithe von Augit, die an den grossen Tafeln des tetragonalen Minerals angewachsen sind, und die folglich später gebildet worden sind (cfr. hierüber mehr später).

Das Magma der drei Schmelzproben enthält ganz wenig, nämlich nur 0.62—0.70 % Al_2O_3 ; ob auch diese Menge vollständig in das ausgeschiedene tetragonale Mineral hineingegangen wäre, würde der Thonerdegehalt des Minerals sich nur zu etwa 0.8—1 % belaufen. Vielleicht ist die ganze Thonerdemenge in der Mutterlauge oder in dem Glase zurückgeblieben, das Mineral würde also in diesem Falle absolut thonerdefrei sein. Wie es sich in der That hiermit verhält, kann durch die directen Observationen nicht entschieden werden; weil aber immer diejenigen Silikate, die Thonerde als einen festen Bestandtheil der Constitution enthalten, nie verschwindende Spuren, sondern immer ziemlich beträchtliche Thonerdemengen führen, darf man nach der Analogie den Schluss ziehen, dass die winzige, fragliche

Thonerdemenge nicht unentbehrlich zu der Zusammensetzung unseres Minerals gehört. Dies wird folglich als ein reines RO -Silikat aufzuführen, wo $RO = CaO$ mit etwas MgO und MnO und FeO .

In den 1.50 Silikat-Schmelzflüssen mit CaO als alleiniger Base oder mit überwiegend viel CaO neben ziemlich wenig $(Mg, Mn, Fe)O$ scheidet sich wie früher nachgewiesen (No. 104—105), nicht das tetragonale Silikat, sondern dagegen das hexagonale Kalkbisilikat, $CaSiO_3$, aus; es scheint somit für die Constitution des tetragonalen Minerals nothwendig zu sein, dass etwas CaO durch $(Mg, Mn, Fe)O$ ersetzt wird; jedenfalls ergibt eine einfache Berechnung, dass unser Mineral in den Proben No. 186—188 neben CaO auch etwas MgO ¹⁾ enthalten muss; es lässt sich deswegen als ein $(Ca, Mg)O$ -Silikat bezeichnen.

In No. 106, ebenfalls ein 1.50- CaO - MgO -Silikat, jedoch mit etwas mehr CaO und weniger MgO als in den vorigen Proben, findet sich an der Oberfläche der in den Tiegeln abgekühlten Masse wiederum das tetragonale $(Ca, Mg)O$ -Silikat in den soeben beschriebenen Krystallen mit der flachen DeuteroPyramide²⁾; in einem Präparat der Schmelzmasse dagegen sieht man das hexagonale Kalkbisilikat, $CaSiO_3$. — Wir befinden uns also hier genau an der Grenze zwischen den zwei »Magmafeldern« (cfr. hierüber mehr später).

In einer etwas mehr basischen Schmelzmasse mit einer winzigen Thonerdemenge und mit ungefähr derselben Relation zwischen CaO und MgO wie in den vorigen Fällen, nämlich in der 1.25-Silikat-Schmelzmasse No. 190 (mit 0.7 % Al_2O_3) ist zuerst das tetragonale $(Ca, Mg)O$ -Silikat (opt. pos.),

¹⁾ Bei grössere MgO -Gehalten der mässig basischen Schmelzflüsse bildet sich nicht länger das tetragonale Silikat, sondern dagegen Olivin.

²⁾ Dies ist bei einem Versehen nicht früher in dem Abschnitt über das hexagonale Kalksilikat (bei No. 106) angegeben worden.

in grossen Krystallen und später Olivin gebildet worden (hierüber mehr später). Gehen wir dagegen zu den noch mehr basischen und thonerde-freien oder -armen Schmelzmassen mit viel CaO und etwas $(Mg, Mn, Fe)O$ hinüber, scheidet sich nicht länger das tetragonale Silikat aus, sondern wir bekommen ein anderes Mineral, wahrscheinlich einen CaO -reichen Olivin, wie in den 1.00-Silikaten No. 37 und 39.

Die Constitution des vorliegenden Minerals oder mit anderen Worten, die Relation $R:Si$, lässt sich aus den obigen Beobachtungen nicht ganz exact feststellen, weil keine unserer Schmelzproducten sich gänzlich zu dem Mineral umkrystallisirt hat, ohne Spur von Glasrest zu liefern, und weil eine Isolation mit einer schweren Flüssigkeit nicht durchführbar ist. — Wie wir später näher erörtern werden, fällt das Sauerstoffverh. der Verbindung zwischen den Grenzen 1.33 und 1.50, am nächsten zu dem letzteren Werthe; in den 1.50-Silikaten ist auch beinahe die ganze Masse zu Mineral umgebildet worden. Eine Serie später zu beschreibenden Erscheinungen lässt sich auch nur dadurch erklären, dass unser Mineral genau nach der folgenden Formel entwickelt ist:



Für diese neue Species erlaube ich mir den Namen Åkermanit vorzuschlagen, zu Ehren des bekannten schwedischen Metallurges Professor Rich. Åkerman, in dessen — obwohl nicht zu einem mineralogischen, sondern zu einem physikalischen Zwecke — synthetisch dargestellten Schmelzproducten das Mineral zuerst entdeckt ist, und der mir auch dadurch, dass er immer bereitwillig seine reichen Sammlungen zu meiner Disposition gestellt, grosse Dienste geleistet hat.

Wie wir es später näher erörtern werden, nimmt der Åkermanit in der Melilithgruppe genau dieselbe Stellung

ein wie z.B. der Albit in der Plagioklasgruppe; es ist deswegen völlig berechtigt ihn als eine selbständige Species aufzufassen¹⁾

Zwischenglied zwischen dem Åkermanit und den opt. positiven Melilithvarietäten. — Auch in den Hohofenschlacken mit dem Sauerstoffverh. ca. 1.30—1.50, mit überwiegend viel CaO gegen $(\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{O}$ (etwa 30—40 % CaO gegen 8—16 % $(\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{O}$) und endlich mit relativ wenig Al_2O_3 (etwa 4—7 %, höchstens ca. 13 %, cfr. die Analysen No. 178—185) scheidet sich ein tetragonales Mineral aus, das dem Åkermanit in jeder Beziehung äussert nahe steht. — Die Kriterien sind kurz: Das Mineral tritt in tetragonalen Krystallen auf ($OP. \infty P \infty$, oft dabei ∞P , selten andere Flächen), die immer oder beinahe immer ganz dünn tafelförmig sind, und die in ähnlicher Weise wie der Åkermanit sehr oft Gesamtindividuen bilden (cfr. Fig. 5). An No. 178 (Sauerstoffverh. 1.59, 8.67 % Al_2O_3) begegnen wir genau denselben ganz flachen, stark glänzenden und facettirten Deutero-pyramide-Flächen, die für den Åkermanit so charakteristisch sind, — sonst habe ich an den vielen Krystallstufen nirgends andere Flächen als OP , $\infty P \infty$ und ∞P beobachtet.

An einigen nicht analysirten Hohofenschlacken von Sandviken, 1884, die neben dem tetragonalen Mineral auch ziemlich viel Augit enthalten, und deren Zusammensetzung ziemlich genau mit den übrigen Analysen der Sandvik-

¹⁾ Für diejenigen neuen synthetisch dargestellten Mineralien, die in einer kurzen und exacten Weise nach der chemischen Zusammensetzung bezeichnet werden können, — z.B. »Blei-Anorthit«, »Hexagonales Kalksilikat oder Kalkbi (meta)-silikat«, — braucht man keine besonderen neuen Namen einzuführen; anders dagegen, wo die Bezeichnung nach dem chemischen und mineralogisch-optischen Charakteristik nicht genügend kurz und scharf erzielt werden kann.

Schlacken, No. 179 $a-d$, überein stimmt (Sauerstoffverh. ca. 1.55¹⁾, ca. 3.5—4.5 % Al_2O_3), findet sich an drei oder vier Stellen eine scheinbar völlig gesetzmässige Zwillingsdurchkreuzung der frei entwickelten Krystalle. — Die betreffenden Krystalle, die eine bedeutende Grösse erreichen (Seitenkante ca. 2—2.25 cm. bei einer Dicke 0.1—0.2 cm), sind an der Oberfläche von einer Unzahl kleiner Augite und von einer »Manganhaut« bedeckt; eine Messung mit Reflexions-Goniometer ist deswegen nicht durchführbar. — Mit dem Auge lässt sich jedoch ohne weiteres beobachten, dass die Durchkreuzungslinie jeder zwei zusammengehörigen Individuen scheinbar ganz genau \perp der einen Kante $\infty P \infty : \infty P \infty$ verläuft; die Zwillingssebene würde also — wie so oft sonst in dem tetragonalen System, — eine Deutero-pyramide $P \infty$ oder $nP \infty$ sein. Der Winkel zwischen den OP -Flächen der zwei Individuen der vermutheten Zwillinge ist mit Contact-Goniometer zu $46\frac{1}{2}^\circ$, 47° , 48° , 49° und 50° gemessen; wahrscheinlicher Werth $48\frac{1}{2}^\circ$, der halbe Winkel also $24\frac{1}{4}^\circ$. — Die Zwillingssebene, $nP \infty$, bildet folglich einen Winkel $24\frac{1}{4}^\circ$ (oder $65\frac{3}{4}^\circ$) mit OP ; dies giebt

$$nc = 0.4505 \quad (\text{oder } 2.220).$$

Weil $P \infty$ bei den tetragonalen Mineralien im allgemeinen und zwar auch speciel bei dem Melilith, wie es von Rosenbusch²⁾ nachgewiesen worden ist, die Zwillingssebene bildet, werden wir den ersten Werth (0.4505) als c auffassen. — Zum Vergleich stellen wir daneben das Achsenverhältniss des eigentlichen Meliliths:

$$a : c = 1 : 0.4548 \quad (\text{Messung von Des-Cloiseaux})$$

$$a : c = 1 : 0.4666 \quad (\quad \quad \quad \text{Bothe}).$$

¹⁾ Cfr. die Krystallisationsbeziehung zwischen Augit und den Melilith-mineralien.

²⁾ Mikrosk. Phys. d. Mineralien, 1885, Seite 322.

Weil die regelmässige Zusammenwachsung sich in mehreren Fällen wiederholt, weil die Krystalle so gross sind, dass die Beobachtung über die Zonenlage ziemlich exact wird, und weil endlich die Berechnung die a priori zu erwartende Zwillingfläche $P \propto$ giebt, dürfen wir trotz den Schluss ziehen, dass wir hier in der That nicht mit Zufälligkeiten, sondern mit einer gesetzmässigen Zwillingbildung zu thun haben.

Der optische Character des in den vorliegenden Schlacken auftretenden tetragonalen Minerals ist positiv; dies ist bei jeder einzelnen der No. 177—180 und No. 182—185 wie auch bei vielen übrigen analogen, nicht analysirten Schlacken, — darunter auch den letzterwähnten von Sandviken, — bestimmt worden; nur in No. 181 ist der Brechungsunterschied so klein, dass eine Entscheidung über den opt. Character nicht möglich war. — Die Interferenzfarben sind sehr matt, gehen nämlich in den mikroskopischen Präparaten der gewöhnlichen Dicke nicht über das lavendelblau, gelegentlich höchstens das graublau, der ersten Ordnung (Interferenzfarben unter parallelen Nicols zwischen schwach bräunlichweis und rein braun, ohne gelbe oder röthliche Nuance). Zwar werden wir besonders hervorheben, dass die Interferenzfarben einerseits niedriger als an dem Åkermanit und andererseits höher als an dem früher als opt. positive Melilithvarietät (Typus No. 146 und 159) bezeichneten Mineral sind; dasjenige in No. 178 (Sauerstoffverh. 1.59) ausgeschiedene tetragonale Mineral steht in Bezug auf die Stärke der Interferenzfarben am nächsten gegen den Åkermanit, und dasjenige in No. 181 (Sauerstoffverh. 1.46, 6.92 % Al_2O_3) am nächsten gegen die opt. pos. Melilithvarietät in No. 159. — In No. 183, wo wir einem zonalen Aufbau zwischen dem vorliegenden opt. positiven Mineral und dem eigentlichen, opt. negativen Melilith

begegnen, sind die Interferenzfarben nicht unwesentlich stärker an dem letzteren als an dem ersteren.

Unter gekreuzten Nicols sind die Interferenzfarben bei den vorliegenden Mineralien oft schwer von einander scharf hinauszuhalten; besonders ist dies der Fall mit den verschiedenen Nuancen der Serie »lavendelgrau, graublau, klareres grau, grünlich weiss bis fast reinweiss«; bei denjenigen unter parallelen Nicols erhaltenen complimentären Farben dagegen ist die Entscheidung leicht und sicher, indem wir hier eine continuirliche Reihe von weiss¹⁾ und später stärker und stärker braun erhalten.

Das *specifische Gewicht* des natürlichen Gehlenits beträgt, nach Des-Cloiseaux (Manuel de Minéralogie, 1862) 2.9 à 3.01 und nach Naumann-Zirkel (Elemente der Mineralogie) 2.98—3.1, — und dasjenige des natürlichen Meliliths, denselben Autoren zufolge, 2.90 (Humboltilith) und 2.95 (Melilith)²⁾.

Das sp. Gew. der künstlichen Mineralien lässt sich im allgemeinen nicht absolut exact feststellen, theils weil die Krystalle sehr oft von fremden Substanzen (Glas, Spinell, Monosulfid, Augit usw.) verunreinigt sind, und theils weil sie gelegentlich auch Luftporen enthalten. Selbst durch eine Isolation mit einer schweren Flüssigkeit kann man in der Regel keine absolut scharfe Bestimmung erhalten.

¹⁾ Zwischen »weiss« und »bräunlichweiss« enthält die Newton'sche Farbenscala eine Zwischenstufe »gelblichweiss«, die bei den Melilithvarietäten nie scharf hervortritt. Dem optischen Schema zufolge spielt auch das gelb in den Complimentärfarben im vorliegenden Falle eine unbedeutende Rolle.

²⁾ Der letztgenannte ist etwas eisenreicher, deswegen schwerer.

Frühere Bestimmungen des sp. Gew. der künstlichen Melilithmineralien:

Künstlicher Gehlenit: 2.87—2.98 (nach Des-Cl.); die Minimumsgrenze wahrscheinlich zu klein, indem die Krystalle Luftporen eingeschlossen haben (?).

Künstlicher Melilith: 2.87—2.91 (nach Des-Cl.); 2.919 (No. 138, Percy, Forbes); 2.908 (No. 139, Bothe); als Mittel mehrerer nicht näher angegebenen Bestimmungen 2.91 (nach Percy, Metallurgy, Iron and steel, 1864, Seite 497). — Künstlicher, opt. positiver Melilith: 2.91 (No. 158, Fouqué).

Kein mir zur Disposition stehendes Material des künstlichen Gehlenits und Meliliths ist so rein, dass es eine Controlle der obigen Werthe erlaubt; dagegen habe ich einige Untersuchungen über das sp. Gew. des Zwischenglieds zwischen dem Åkermanit und der opt. pos. Melilithvarietät ausführen können. — Einige frei ausgepflückte Krystalle der Schlacken No. 179 *c—e* wie auch einiger in chemischer Beziehung ganz entsprechenden Schlacken von Schisshyttan und Eisenerz wurden in der Quecksilberkaliumjodid-Flüssigkeit eingetaucht; die klein zerbrochenen Stückchen sanken zu Boden bei dem Concentrationsgrad 2.80, flossen aber hinauf bei 2.75; genauere Bestimmung unmöglich, weil die verschiedenen Fragmente in Bezug auf das sp. Gew., wegen kleiner Verunreinigungen, ein Bischen von einander abwichen.

Zusammenstellung der Resultate:

Sp. Gew. des Gehlenits: 2.9—3.01, 2.98—3.1, 2.87(?)—2.98,
— wahrscheinliche Grenzen 2.98—3.05.

Sp. Gew. des eigentlichen Meliliths: 2.90—2.95, 2.87—2.91, 2.919, 2.908, — wahrscheinliche Grenzen 2.90—2.95.

Sp. Gew. der opt. pos. Melilithvarietät: 2.91.

Sp. Gew. des dem Åkermanit nahe stehenden Zwischenglieds (Typus No. 179 *e*): 2.75—2.80.

Es ergibt sich somit, das wir auch hier eine continuirliche Reihe bekommen, und zwar ist das am meisten basische und thonerdereiche Glied das schwerste, ganz wie es z.B. auch bei den Skapolithen und Plagioklasen der Fall ist.

Krystallographische Constanten:

Gehlenit	$a : c = 1 : 0.400.$	} (Des-Cl.)
Melilith	$a : c = 1 : 0.4548$	
Zwischenglied, dem Åker- manit sehr nahe stehend		
(Typus No. 179, e) . . .	$a : c = 1 : \text{ca. } 0.45$	(Vogt).

Diese Werthe, die wohl alle als vorläufig und mehr oder weniger approximativ angesehen werden müssen, scheinen anzudeuten, dass die Achsenverhältnisse der verschiedenen Glieder nicht weit von einander abweichen; wahrscheinlich bekommen wir auch hier eine systematische Reihenfolge. Aus Mangel an Material lässt sich aber diese noch nicht sicher feststellen.

Spaltbarkeit. — Bei dem natürlichen Melilith und Gehlenit eine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit $\neq OP$, daneben auch eine weniger gute Spaltbarkeit $\neq \infty P\infty$; die letztere scheint bei dem Gehlenit etwas mehr hervortretend als bei dem Melilith zu sein. — Ganz ähnliche Erscheinungen begegnen wir auch bei den entsprechenden künstlichen Mineralien (Gehlenit und den opt. negativen, isotropen und positiven Melilithvarietäten); überall findet sich hier, wo überhaupt eine sichere Entscheidung möglich ist, eine gute Spaltbarkeit $\neq OP$; dabei giebt es auch eine ziemlich gute Spaltbarkeit $\neq \infty P\infty$, und diese ist je mehr hervortretend, je mehr basisch und thonerdereich diejenigen Schmelzmassen sind, in denen die Individualisation stattgefunden hat.

Der Åkermanit und das Zwischenglied (Typus No. 179, *e*) zwischen diesem und der opt. pos. Melilithvarietät ist immer tafelförmig entwickelt; theils aus diesem Grunde und theils, weil die Krystalle im allgemeinen aus vielen von OP und $\infty P\infty$ begrenzten Subindividuen zusammengesetzt sind, ist die Bestimmung der Spaltbarkeit hier ziemlich schwierig und unsicher. Jedoch scheint es, dass man auch hier eine ganz gute Spaltbarkeit $\neq OP$ und eine weniger gute $\neq \infty P\infty$ nachweisen kann. — In einigen $\neq OP$ geschliffenen Krystallen des letzterwähnten Zwischengliedes beobachtet man gelegentlich sehr deutliche Gleitflächen $\neq \infty P$.

Die verschiedenen Mineralien der Melilithgruppe zeichnen sich von den übrigen in Schlacken und ähnlichen schnell abgekühlten Schmelzmassen dargestellten Silikat-Mineralien unter anderem dadurch aus, dass sie im allgemeinen beinahe vollständig fertige, rings herum krystallographisch begrenzte Krystalle und nicht nur Skelette oder Krystall-Embryo bilden. Die Individuen erreichen am öftesten, bei einer Dauer der Abkühlung von etwa einer halben Stunde bis einigen Stunden, eine Grösse von ca. 2—5 mm., gelegentlich bis 10—25 mm.¹⁾, — dies jedoch unter der Bedingung, dass die Schmelzflüsse nicht zu viel Al_2O_3 und umgekehrt nicht zu wenig MgO , MnO , FeO , Na_2O , K_2O usw. enthalten. Die einzige Andeutung des unfertigen Zustandes oder des schnellen Wachstums der Krystalle giebt sich dadurch kund, dass man auf OP eine Wachstumsrichtung $\neq \infty P$ ²⁾ wahrnehmen kann, oder dass die Krystalle treppenförmig, wie z.B. bei

1) Besonders der Åkermanit und das diesem nahe stehende Zwischenglied wird durch die Grösse der Individuen characterisirt.

2) Cfr. hierüber die Zeichnung Fig. 34 in »Schlackenstudien I«, dabei auch Fig. 7 und 6 dieser Arbeit.

Kochsalz, ausgewickelt sind. — Nur in denjenigen Fällen, wo die Schmelzmassen ganz wenig MgO , FeO , Na_2O usw. enthalten, oder wo der Krystallisationsprocess durch einen sehr beträchtlichen Gehalt an Al_2O_3 entgegenwirkt oder verzögert wird, sinkt die Grösse der Individuen herab, gelegentlich fast bis zur mikroskopischen Kleinheit, oder man bekommt statt fertiger Krystalle nur Krystallskelette. Um dies näher zu erörtern werden wir einige Beispiele nehmen.

In den gewöhnlichen Singulosilikat-Schlacken mit einigen Procent (Mg, Mn, Fe, Na_2) O und etwa 7 bis 14, höchstens ca. 16—18 % Al_2O_3 (z.B. No. 133, 142, 146, 149, 153, 154 a & b, 159 usw.) beträgt die Grösse der in reichlicher Menge ausgeschiedenen und beinahe fertig entwickelten Melilithkrystalle ungefähr 1—5 mm. In einigen noch bedeutend mehr thonerdereichen Schlacken, z.B. No. 155 und 157 (mit resp. 29.31 und 24.12 % Al_2O_3), ist unser Mineral dagegen nur in spärlicher Menge gebildet worden, und in dem einen Falle (No. 155) erscheint es in ganz winzigen Krystallen, in dem anderen (No. 157) nur in Krystallskeletten. Die letzteren sind dadurch diagnosticirt worden, dass die ungefähr $\neq OP$ getroffenen Schnitte sich opt. einachsige und opt. negativ erweisen, dass die Aufbaurichtung und die äussere Begrenzung das tetragonale System angeben, und dass endlich das Mineral die höchst charakteristisch blauen bis blaugelben Interferenzfarben der ersten Ordnung kund giebt. Wie es an den Zeichnungen der $\neq OP$ geschliffenen Skelette (Fig. 6) angegeben ist, hat der Aufbau nach zwei sich unter 90° kreuzenden Richtungen ($\neq \infty P$) stattgefunden; von den grossen, centralen Aufbaustäben (der ersten Ordnung) zweigen sich kleinere Stäbe (der zweiten Ordnung) ab, von diesen wiederum noch kleinere Stäbe (der dritten Ordnung) usw.); das ganze Individuum wird in dieser

Weise ein feines Gitterwerk, wo die einzelnen Mineralstäbe von einander durch dünne Glashüllen getrennt sind. — Die Entwicklung der Skelette, die eine Grösse bis zu etwa 0.2—0.3 mm. erreichen, ist oft so regelmässig fortgeschritten, dass die Individuen eine scharfe quadratische Begrenzung ($\neq \infty P \infty$) erhalten haben (Fig. 6, a). Im Kerne der Skelette findet sich gelegentlich eine fertige, kompakte Platte von Melilith (Fig. 6, b). — In No. 155 erscheint unser Mineral in so winzigen Tafeln, dass eine Bestimmung der Art der Doppelbrechung und des optischen Characters sich nicht durchführen lässt; der Auslöschung und besonders den bekannten Interferenzfarben zufolge darf man jedoch die Bestimmung als sicher ansehen. — Die Menge des ausgeschiedenen Meliliths in den vorliegenden zwei Schlacken beträgt bei No. 157 etwa 4—8 % und bei No. 155 nur etwa 1—2 %; der Rest ist ein wasserhelles Glas, in beiden Fällen mit etwas Anorthit.

Noch besser als bei den letzterwähnten Proben können wir den Einfluss der hohen Thonerdegehalten auf die Entwicklung der Melilithminerale bei den in Tiegeln erstarrten Schmelzproducten der Åkerman'schen Serien studiren, indem die Schmelzung und Erstarrung hier überall unter beinahe ganz identischen physikalischen Bedingungen stattgefunden hat; die mineralogischen Abweichungen beruhen deswegen hier beinahe ausschliesslich auf den wechselnden chemischen Zusammensetzungen der Magmata. — Die mikroskopische Untersuchung ergibt bei den 0.7- CaO - Al_2O_3 -Silikaten:

	No. 172	No. 173	No. 174	No. 175	No. 203	No. 204
% Al_2O_3 . . .	20.87	24.48	27.51	28.84	30.09	32.32
% Gehlenit . . .	95—99	20—40	20—30	4—10	Reines Glas, ohne irgend welche Aussonderungen.	
% Glas . . .	Spur (Spinell?)	80—60	80—70	96—90		
Grösse der Gehlenit- Indiv.	0.5—1.25 mm.	0.25—0.7 mm.	0.2—0.6 mm.	0.05—0.2 mm.	Skelettartige Krystalle (wie an Fig 6).	
	Beinahe ganz fertig entwickelte Krystalle.					

Bei No. 172 ist ungefähr die ganze Masse zu Mineral umgebildet worden; die Ursache darf einfach darin zu suchen sein, dass die Zusammensetzung des Magmas beinahe ganz genau derjenigen des ausgeschiedenen Glieds der Melilithgruppe entspricht; besonders muss der Thonerdegehalt in beiden Fällen ungefähr derselbe sein. Je mehr aber der Thonerdegehalt des Magmas oberhalb desjenigen des ausgeschiedenen Minerals hinüber steigt, je weniger wird von dem tetragonalen Mineral ausgesondert, je kleiner wird die Grösse der auskrystallisirenden Individuen, und je grösser wird die Tendenz zu der skelettförmigen Entwicklung.

Entsprechenden Erscheinungen begegnen wird dagegen nicht, wenn die Thonerdemenge des Schmelzflusses unterhalb des Gehalts des betreffenden Minerals hinuntersinkt; hierüber und über die allgemeinen Bemerkungen über die Einwirkung der hohen Thonerdemengen auf die Individualisation der Silikatminerale verweisen wir zu einem späteren Abschnitt, »Ueber den Einfluss der Thonerde die Ausscheidung der verschiedenen Silikatminerale zu verzögern«.

Wie es schon früher von Bourgeois (l. c.) nachgewiesen worden ist, wird die Ausscheidung des Meliliths und theils auch des Gehlenits durch etwas MgO , FeO , MnO und Na_2O stark befördert, ja, das Vorhandensein irgend einer dieser Basen scheint für die Constitution der zwei Mineralien — oder wenigstens für Melilith — absolut nothwendig zu sein, wenn Al_2O_3 die einzige R_2O_3 -Base ist; die Schmelzflüsse $12CaO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 9SiO_2$ und $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, wie auch $2CaO \cdot SiO_2$, zerfallen nämlich bei dem Erstarren zu einem feinen Staub; hierüber näher in einem späteren Abschnitt, »Ueber das Zerfallen der basischen und stark CaO -reichen Schmelzmassen«.

Pflockstruktur. Den Untersuchungen von A. W. Stelzner¹⁾ und H. Rosenbusch²⁾ zufolge bildet die Quersfaserung mit der sogenannten »Pflockstruktur« eines der besten Kriterien des natürlichen Meliliths, und einem etwa entsprechenden Fänomen begegnet man gelegentlich auch bei dem natürlichen Gehlenit (Rosenbusch, Seite 324). Ebenfalls wiederholt sich dieselbe Erscheinung, — wie es schon früher von Bourgeois (l. c.) und mir³⁾, ganz unabhängig von einander, hervorgehoben worden ist, — bisweilen auch bei den künstlichen Melilithmineralien, und zwar, den folgenden Beobachtungen gemäss, nicht nur bei den opt. negativen, sondern auch bei den isotropen und positiven Gliedern der Reihe.

Als Beispiel wählen wir eine Hohofenschlacke von Pennsylvanien, wo das in grossen Individuen ausgeschiedene tetragonale Mineral wegen des opt. positiven Characters der Doppelbrechung, der mässig niedrigen Interferenzfarben und der tafelförmigen Entwicklung der Individuen am nächsten mit dem Zwischenglied (Typus No. 179, e) zwischen dem Åkermanit und der opt. positiven Melilithvarietät zu vergleichen ist. — In den ungefähr $\perp OP$ verlaufenden Schnitten beobachtet man eine Unzahl langer, aber ganz dünner, undurchsichtiger Interpositionen (cfr. Fig. 8), die parallel der *c*-Achse eingelagert sind, und die bald ziemlich gesetzmässig cylindrisch sind, bald dagegen wurstförmig mit unregelmässigen kugel- oder trichterförmigen Ausbüchtungen. In den basischen Schnitten projiciren sich die Streifen als winzig kleine Pünktchen. — Der mikroskopischen Untersuchung zufolge bestehen die Linien im allgemeinen aus

¹⁾ Ueber Melilith und Melilithbasalte. Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal. Beilage-Band 1883.

²⁾ Mikroskopische Physiographie der Mineralien. 1885. Seite 323—324.

³⁾ »Schlackenstudien, I«, Seite 114—115.

einem schwarzen, undurchsichtigen Glase (durch FeS (?) gefärbt); ausnahmsweise scheinen sie aber hohle Canäle zu bilden.

Auch in mehreren anderen Fällen, z. B. bei dem opt. positiven Mineral in dem Kern der zonal aufgebauten Individuen der No. 183, ebenfalls in der opt. isotropen Melilithvarietät der No. 156, usw. finden wir ganz ähnliche parallel c eingelagerte Interpositionen; die Erscheinung ist jedoch nicht sehr häufig.

In anderen Fällen verlaufen die Streifen nicht $\perp OP$, liegen dagegen in der Basisfläche mit Längenrichtung \perp den begrenzenden $\infty P \infty$ -Flächen, wie es, an Fig. 7, von No. 146, angegeben ist. Hier lässt sich sehr leicht entscheiden, dass die groben, wurstförmig gebogenen »Linien« aus hohlen Luftcanälen bestehen, die nur hie und da theilweise mit einem schwarzen¹⁾ Glase gefüllt sind, oder an deren Wänden sich gelegentlich schmutzige Glastropfen abgesetzt haben. — Ebenfalls, obwohl nicht so deutlich, bei einigen Schlacken von Eisenerz.

Es ist leicht einzusehen, dass die oben beschriebenen Erscheinungen direct in Verbindung mit gewissen Eigenthümlichkeiten beim Wachsthum der Individuen stehen; die feinen Interpositionen, hauptsächlich Mutterlauge, die aus irgend einer Ursache sich nicht individualisiren konnte, wurden hier, wie so oft sonst²⁾, parallel einer der vorherrschenden krystallographischen Richtungen eingelagert, — oder es entstanden Hohlräume, vielleicht bei der schnellen Entwicklung aus Mangel an Krystallsubstanz, parallel einer der verschiedenen Wachstumsrichtungen.

1) Das Glas — oder die Mutterlauge — ist hier unzweifelhaft von FeS gefärbt.

2) Z.B. bei dem künstlichen Glimmer von Kafveltorp, cfr. Fig. 1, »Ueber die künstliche Bildung des Glimmers«. (Kristiania Videnskabselskabs forh. 1887).

Als fremde Substanz, in der Mutterlauge während der Individualisation unserer Silikate herumschwimmend, findet sich in den Schlacken sehr oft etwas Monosulfid, im allgemeinen CaS oder $(Ca, Mn)S$; auch dies ist sehr oft in einer mehr oder weniger gesetzmässigen Weise in die Melilithindividuen eingelagert worden, — nämlich in dünnen, wurstförmigen »Longuliten« oder büschelförmigen Gruppen derselben auftretend, mit Längenrichtung ungefähr senkrecht auf den äusseren Krystallflächen, OP und $\infty P\infty$, (cfr. Fig. 9). Auch diese Gruppierung ist zu den soeben erwähnten Vorgängen beim Wachsthum der Krystalle zurückzuführen.

Ueber zonale Zusammenwachsungen verschiedener Glieder der Melilithgruppe. — In bei weitem den meisten Fällen ergeben die Individuen in einem und demselben Präparate überall dieselben Interferenznuancen, o: es ist kein Unterschied in den verschiedenen Theilen der Individuen nachzuweisen; nur gelegentlich beobachten wir einen zonalen Aufbau, ganz wie es so oft z. B. mit den Plagioklasen der Fall ist.

Das beste Beispiel dieser Erscheinung liefert uns die Schlacke No. 183, von Forsbacka (Sauerstoffverh. 1.38, 3.92 % Al_2O_3), wo das tetragonale Mineral in 0.5—1 cm.-breiten und ziemlich dünnen Individuen ausgebildet ist. Bei der Untersuchung in durchfallendem oder polarisirtem Lichte ahnt man nichts besonderes; die Spaltbarkeiten durchsetzen die Individuen quer, und alle Theile sind wasserhell und farblos. Zuerst unter gekreuzten Nicols giebt sich der zonale Aufbau (cfr. Fig. 10) zu kennen: die Kernpartei, die ungefähr zwei Drittel der ganzen Individuen ausmacht, zeigt eisengraue bis höchstens lavendelblaue Interferenzfarben, dann folgt ein ganz schmaler, absolut dunkler, opt. isotroper Saum, und zum Schluss giebt die

Randzone die für den gewöhnlichen Melilith typisch himmelblauen Farben. In conv.-polarisirtem Lichte lässt sich leicht entscheiden, dass die Kernzone opt. positiv und die Randzone opt. negativ ist. Unter parallelen Nicols sind die Interferenzfarben des centralen Theils schwach bräunlich weiss, die schmale isotrope Zone ist lebhaft weiss, die periferischen Theile dagegen intensiv braun. — Die Grenze zwischen der inneren, opt. positiven und der sich darum schliessenden opt. isotropen Zone ist haarscharf, während dagegen diejenige zwischen der letzteren und der opt. negativen Randzone langsam verschimmt; statt Grenze also allmähliche Uebergänge. — Weil alle Theile der Individuen gleichzeitig auslöschen, und weil die krystallographische Begrenzung der Randzone, OP und $\infty P\infty$, mit derjenigen der Kernzone parallel verläuft (Fig. 10, *b*), hat die Zusammenwachsung nach der krystallographischen Orientirung stattgefunden.

Ausserhalb unseres tetragonalen Minerals findet sich in der vorliegenden Schlacke hie und da auch etwas Augit, dessen Aussonderung nach dem Abschluss der Krystallisation der opt. positiven Kernzone anfang; die Augitstäbe reichen nämlich bis zu dem schmalen opt. isotropen Saum der tetragonalen Gesamtindividuen, werden dagegen von der äusseren Melilithsubstanz umhüllt (Fig. 10, *c*).

Das Mineral der Kernzone stimmt in optischer Beziehung wie auch in Bezug auf die dünn-blattförmige Entwicklung der aus beinahe parallelen Subindividuen zusammengesetzten Gesamtindividuen mit dem Zwischenglied (Typus No. 179, *e*) zwischen dem Äkermanit und der opt. positiven Melilith-varietät überein; die Diagnose folgt auch unmittelbar daher, dass unser Mineral, das etwa die Hälfte der ganzen Masse bildet, in einem mässig basischen und thonerdearmen Schmelzflusse constituirt worden ist. Nachdem eine beträchtliche Menge dieses an Thonerde armen Minerals ausgeschieden

war, ist der Thonerdegehalt der Mutterlauge ziemlich hoch gestiegen; bei der Aussonderung des Augits auf dem zweiten Krystallisationsstadium ist sie auch basisch geworden, folglich konnte unter den jetzigen chemischen Bedingungen ein SiO_2 -reiches und Al_2O_3 -armes Glied der Melilithreihe sich nicht länger individualisiren, sondern es möchten mehr basische und thonerdereiche Zusammensetzungen krystallisiren, nämlich zuerst der opt. isotrope und später der opt. negative Melilith.

Einer ganz ähnlichen Zonalstructur begegnen wir auch in anderen Fällen; z. B. bei der Schlacke No. 142 erscheint der Kern der ziemlich grossen Individuen (Fig. 11, a) unter gekreuzten Nicols völlig isotrop, während die Randzone durch die bekannten himmelblauen Interferenzfarben gekennzeichnet wird; die Grenze ist bald scharf, bald durch Uebergänge vermittelt. Ebenso bei No. 156; nur giebt hier ein kleiner Theil in dem Centrum der Individuen unter gekreuzten Nicols einen Wechsel zwischen ganz dunkel und tief eisen-grau, — die Mineralsubstanz ist wahrscheinlich zu der opt. positiven Melilithvarietät, mit äusserst niedrigen Interferenzfarben, hinzurechnen, — dann folgt, ohne irgend welche scharfe Grenze, eine breite opt. isotrope Zone und zum Schluss eine Zone des gewöhnlichen Meliliths, mit himmelblauen Interferenzfarben.

Auch bei mehreren der übrigen Schmelzproducte finden wir eine Andeutung zur Zonalstructur, z. B. bei No. 133 (wo die Kernzone blaue und die Randzone gelbe Interferenzfarben zeigen), bei mehreren Schlacken von Eisenerz (wie an No. 142); die Erscheinung ist übrigens nicht sehr verbreitet.

Bei den zonal aufgebauten Plagioklasen ist bekanntlich im allgemeinen zuerst das am meisten basische Glied ausgeschieden worden, und später sind die Individuen durch schrittweise Absetzung von mehr und mehr kieselsäure-

reichen Gliedern der Reihe vergrößert worden; bei den vorliegenden Melilithmineralien dagegen begegnen wir, wie wir es später näher erörtern werden, ganz der umgekehrten Reihenfolge; die Ursache ist in der Differenzirung der Mutterlauge zu suchen.

Auch die natürlichen Melilithe zeigen, den Untersuchungen von Stelzner (l. c.) zufolge, gelegentlich, obwohl ganz selten, eine Zonalstruktur, die wohl am nächsten mit den an Fig. 11, a angegebenen Vorgängen zu vergleichen ist.

Krystallisationsfolge zwischen den Melilithmineralien und Olivin, Augit, Glimmer usw.¹⁾. — Im allgemeinen bilden die Melilithmineralien in den von mir untersuchten Schmelzproducten nur einen Theil, am öftesten etwa die Hälfte oder zwei Drittel, der ganzen Masse; der Rest besteht, neben dem Monosulfid (*RS*) der Schlacken und bisweilen auch Spinell²⁾, die alle beide früher als das Silikatmineral ausgeschieden worden sind, — und zwar zuerst Monosulfid, später Spinell, — in einigen Fällen aus einem reinen Glas, in anderen dagegen aus Glas mit Olivin oder Augit, Glimmer usw.

Krystallisationsfolge zwischen Melilith und Olivin.

1. *Melilith allein.* — In denjenigen unserer Schmelzmassen, die neben überwiegend viel *CaO* nur ganz wenig, etwa 2—5 % (*Mg, Mn, Fe*)*O* enthalten, ist kein anderes Silikatmineral als irgend ein Glied der Melilithgruppe gebildet worden; die Ursache darf einfach darin zu suchen sein, dass

¹⁾ Diesen Abschnitt besprechen wir hier unter »Melilith«, weil wir die Resultate zur Erörterung der chemischen Constitution der verschiedenen Melilithmineralien gebrauchen.

²⁾ Spinell findet sich in No. 153, 161 und 163, vielleicht auch in No. 172 (?).

der kleine $(Mg, Mn, Fe)O$ -Gehalt grösstentheils von dem sich ausscheidenden Melilithmineral aufgenommen worden ist.

2. Zuerst Melilith, später Olivin. — In den mässig basischen Schmelzmassen (Sauerstoffverh. höchstens 1.25—1.30)¹⁾ mit etwas mehr $(Mg, Mn, Fe)O$, zwischen ca. 7 und 16 %, hat sich dagegen überall, nachdem die Krystallisation des Melilithminerals abgeschlossen war, Olivin gebildet und zwar je mehr Olivin, je höher der $(Mg, Mn, Fe)O$ -Gehalt verläuft.

Die Menge der ausgeschiedenen Minerale beträgt nach Ermessen:									
	No. 161	No. 133	No. 163	No. 153	No. (146)	No. 156	No. 154 a	No. 154 b	No. 188
Sauerstoffverh.	0.79	1.14	0.71	0.72	ca. 1.0	0.95	0.86	0.86	1.25
$CaO : (Mg, Mn, Fe)O$	7.3 : 2.7	7.3 : 2.7	6.8 : 3.2	6.6 : 3.4	6.5 : 3.5	6.4 : 3.6	6.6 : 3.4	6.0 : 4.0	6.7 : 3.3
1) % Melilith	ca. 50	ca. 50	50—60	50—60	ca. 70	60—70	40—60	40—50	ca. 50
2) % Olivin	2—5	4—8	4—8	4—8	5—10	4—8	10—20	20—40	ca. 30

¹⁾ In den noch SiO_2 -reicheren Magmata scheidet sich als Mineral No. 2 Augit, eventuel hexagonales Kalkbisilikat aus.

In Nö. 153, 161 und 163 ist zuerst etwas Spinell gebildet worden; in No. 154 *a* & *b* etwas Magnetit. In No. 133 an einzelnen Stellen ein monosymmetrisches(?) Mineral statt Olivin. No. (146) ist eine Schlacke von Königin-Maria-Hütte, bei derselben Beschickung wie No. 146, jedoch unter reinem Hohofenbetriebe gefallen; auf dem zweiten Krystallisationsstadium ist hier neben dem Olivin auch ein wenig, ca. 0.5 %, Magnesiaglimmer gebildet worden. Bei No. 188 (mit 0.7 % Al_2O_3) besteht das Melilithmineral aus Äkermanit.

Derelben Krystallisationsfolge begegnen wir auch in mehreren anderen in chemischer Beziehung entsprechenden, nicht analysirten Schlacken, z. B. von Eisenerz, Pennsylvanien; ebenfalls in No. 142, wo jedoch die Diagnose des zweiten Minerals fraglich ist. — Der Olivin ist sonst überall, — durch die rhombische Auslöschung, lebhaft Interferenzfarben, krystallographische Begrenzung ($\infty \bar{P} \infty . \infty P . 2\bar{P} \infty$) oder charakteristische Skelettbildung usw., — mit Sicherheit bestimmt worden.

Das Melilithmineral erscheint in den vorliegenden Schlacken in gut entwickelten, grossen Krystallen, die sowohl gegen das Glas als auch gegen den Olivin seine scharfe idiomorphe Contur behält, und die im allgemeinen ziemlich kleinen Olivinindividuen sitzen an den Melilith angewachsen (Fig. 12), die Individualisation des ersteren Minerals war also gänzlich abgeschlossen, ehe die Krystallisation des letzteren anfang. Nur bei No. 154 *b*, mit relativ noch mehr $(Mg, Fe)O$ und weniger CaO als in den übrigen Schlacken, stecken die kleinen Olivinkrystalle hie und da ein wenig in die grossen Melilithkrystalle hinein, — ungefähr wie es mit den Augitstäben in dem Melilith bei No. 183, Fig. 10, *c* der Fall ist; — der Wachsthum der Melilithkrystalle hat also hier auch nach dem Beginn der Individualisation des Olivins fortgesetzt.

3. *Melilith und Olivin gleichzeitig.* — In Schmelzmassen mit wiederum etwas höheren Gehalten an $(Mg, Mn, Fe)O$ und niedrigeren Gehalten an CaO sind gelegentlich Melilith und Olivin gleichzeitig constituirt worden. Gute Beispiele hierauf liefern uns zwei schon früher erwähnte Hohofenschlacken von Schisshyttan, nämlich No. 5 und eine andere von fast genau derselben Zusammensetzung (Seite 17 beschrieben). — In No. 5 hat sich an einigen Stellen des Präparats der grösste Theil, mindestens etwa 80—85 % der ganzen Masse zu Olivin, $[(R, Ca)_2 SiO_4]$, mit viel Ca , cfr. Seite 16—22] umgebildet, an anderen Stellen dagegen ist nur Melilith individualisirt. — In der anderen Schlacke von Schisshyttan finden wir in den Drusenräumen, ohne irgend welche gesetzmässige Gruppierung, eine Menge Krystalle sowohl von Melilith als auch von Olivin, die ersteren in ca. 2mm. grossen, quadratischen Tafeln, die letzteren in cm.-langen Nadeln ($\infty \check{P} \infty . 2 \check{P} \infty . \infty P$, ebenfalls mit einem bedeutenden Ca -Gehalte). U. d. M. erscheinen die Mineralien in Krystallen von verschiedenen Grössen; bald liegen kleine Olivinkrystalle mit idiomorpher Contur in grossen Melilithkrystallen eingeschlossen, bald ist ganz das umgekehrte der Fall, bald endlich stiessen die zwei Mineralien ohne irgend welche gesetzmässige Begrenzung gegen einander. Die Erscheinungen lassen sich nur dadurch erklären, dass die Individualisation beider Mineralien gleichzeitig stattgefunden hat.

4. *Zuerst Olivin, später Melilith.* — Gehen wir endlich zu den noch $(Mg, Fe, Mn)O$ -reicheren und umgekehrt CaO -ärmeren Magmata hinüber, begegnen wir als Mineral No. 1 nicht länger Melilith, sondern dagegen Olivin. In denjenigen Fällen, wo die Schmelzmassen nur ganz wenig Thonerde enthalten, und wo der auskrystallisirende Olivin beträchtliche Mengen von CaO hinaufnimmt (cfr. Seite 21—22), ist beinahe die ganze Masse zu Olivin umgebildet worden; in

anderen Fällen und zwar, wenn die Schmelzmassen gleichzeitig bedeutend viel CaO und nicht zu wenig Al_2O_3 führen, hat sich dagegen auf einem späteren Stadium Melilith constituirt. — Dies ist z. B. mit den folgenden No. der Fall:

	No. a*)	No. b*)	No. 18	No. 20	No. 19	No. 22
Sauerstoffverh. . .	0.91	1.17	1.21	1.18	1.20	1.11
% Al_2O_3	8.3	5.21	9.97	9.91	5.92	4.48
$CaO:(Mg,Fe,Mn)O$	5.5:4.5	5.5:4.5	5.3:4.7	5.2:4.8	4.7:5.3	4.6:5.4
1) % Olivin	ca. 50	20	20	20	20	50
2) % Melilith	ca. 10	40	10—20	30	40	20

Der Olivin findet sich hier in ziemlich grossen, wohl entwickelten Krystallen oder Krystallskeletten (cfr. Fig. 13, von No. 20), die gegen das später gebildete Melilithmineral gänzlich idiomorph erscheinen. — Dies wird durch die folgenden Kriterien gekennzeichnet: es tritt in dünnen, quadratischen Tafeln auf, mit Begrenzung OP und $\infty P\infty$; Auslöschung \mp der Längenrichtung; Interferenzfarben ganz matt, bald hellblau, wie an opt. neg. Melilith, bald grau, wie an opt. pos. Melilith; in einigen unserer Schlacken (No. a, 18, 22) sind die Individuen so klein, dass die Art der Doppelbrechung nicht bestimmt werden kann, bei anderen (No. b, 19, 20) dagegen ist nachgewiesen worden, dass unser Mineral opt. einachsig ist; bei No. b und 19 lässt sich entscheiden, dass der opt. Character positiv ist; die Interferenzfarben hier matt grau. — Das Melilithmineral, dessen Individuen gelegentlich noch grösser als diejenigen des Olivins sind, zeigen überall eine allotriomorphe Contur gegen die Olivinkrystalle, ist also auf einem späteren Sta-

*) Diese zwei No. werden näher in »Zusatz« besprochen.

dium gebildet worden. Dies wird zum Ueberfluss auch dadurch bestätigt, dass einzelne der vorliegenden Schlacken auf denjenigen Stellen, wo die Abkühlung ganz kurz dauerte, nur Olivin führen, während auch Melilith zur Entwicklung kam, wo die Magmata etwas langsamer abgekühlt wurden.

5. *Olivin allein.* — In unseren basischen Schmelzmassen mit wiederum noch höheren (Mg, Fe, Mn)O-Gehalten ist die Abkühlung immer so schnell eingetreten, dass die Mutterlaugen nach der Ausscheidung des Olivins ohne weiteres zu Glas erstarrten.

Melilithmineral, hauptsächlich Åkermanit, und Augit. — Um die Krystallisationsbeziehungen zwischen den Melilithmineralien und Augit nachweisen zu können werden wir eine Serie Schmelzmassen von wechselnder Acidität (Sauerstoffverh. zwischen 1.55—1.60 bis 1.25—1.30) bei einer ungefähr constanten Relation $CaO : (Mg, Fe, Mn)O$ näher untersuchen.

Wenn das Sauerstoffverh. des Magmas die Grenze etwa 1.55—1.60 übersteigt, wird zuerst immer Augit individualisirt (cfr. z.B. No. 67, 70, 71); in den etwas mehr basischen Schmelzmassen dagegen können sich gleichzeitig Augit und Åkermanit oder das Zwischenglied zwischen diesem und der opt. pos. Melilithvarietät constituiren, und bei wiederum niedrigeren Aciditätsgraden bildet sich endlich zuerst ein Glied der Melilithreihe und eventuel später Augit.

Ein gutes Beispiel der gleichzeitigen Bildung der zwei Mineralien liefert uns eine schon früher erwähnte Schlacke von Sandviken, 1884 (Sauerstoffverh. ca. 1.55), wo die grossen Zwillingskrystalle des Melilithminerals neben 1—2 cm. langen Augitkrystallen in den Drusenräumen auftreten; an einigen Stellen ist nur das eine Mineral zur Entwicklung gekommen, an anderen nur das zweite, wiederum an anderen

erscheinen die Krystalle beider Mineralien, gesetzlos mit einander zusammengewachsen.

In No. 189 (1.5-Silikat mit 4.99 % Al_2O_3) ist die Schmelzmasse an den meisten Stellen zu der neuen Melilithvarietät erstarrt, an anderen dagegen finden wir ein reines Glas, das hie und da einige Augitkrystalle führt; auch hier scheint die Individualisation der zwei Mineralien gleichzeitig und von einander unabhängig stattgefunden zu haben.

Bei den folgenden Proben wird die Krystallisationsreihe durch das Schema erleuchtet:

		Sauerstoff- verh.	% Al_2O_3	Zuerst Melilith- mineral, %	Später.
No.	178	1.59	8.67	15—25	ca. 50 % Augit. Glas.
«	179a	1.56	3.37	25—40	Viel Augit. Glas.
«	186—188	1.50	0.6—0.7	70—80	Wenig Augit. Glas.
«	(189)	1.50	4.99	70—80	Wenig Augit (gleichzeitig). Glas.
«	180	1.48	4.57	60—80	Wenig Augit. Glas.
«	181	1.46	6.92	50—70	Rest reines Glas.
«	182	1.42	6.50	50—60	Etwas Augit. Glas.
«	183	1.38	3.92	ca. 40	Augit, Melilith. Glas.
«	159	1.92	8.34	50—60	Rest reines Glas.
«	160	1.26	5.95	ca. 50	Olivin. Glas.
«	190	1.25	0.7	ca. 50	Olivin. Glas.

Das Glied der Melilithreihe ist, wie schon früher erörtert, an No. 186—188 und No. 190 als (thonerdefreier) Åkermanit und an No. 178—182 als Zwischenglied zwischen diesem und der opt. positiven Melilithvarietät zu bestimmen; No. 183 mit zonaler Zusammenwachsung verschiedener Glieder der Reihe; No. 159 opt. positive Melilithvarietät, die Krystalle mit kurz säulenförmiger Entwicklung.

Als Typus derjenigen Schmelzmassen, wo Augit auf

dem zweiten Krystallisationsstadium gebildet worden ist, wählen wir die Schlacke No. 178 (Fig. 14, *a* & *b*). — Hier ist überall, durch die ganze Masse, zuerst das tetragonale Silikat, in grossen Krystallen ausgeschieden worden; an denjenigen Stellen, wo die Abkühlung ganz kurz dauerte, ist die Mutterlauge als ein reines Glas erstarrt (Fig. 14, *a*), wo aber die Abkühlung eine längere Zeit beanspruchte, finden wir eine reichliche Menge von Augit (Fig. 14, *b*). Dieser erscheint theils in gut entwickelten Krystallen, die durch die Begrenzung von ∞P , die charakteristischen Querschnitte $\perp c$, Spaltbarkeit $\neq \infty P$, Auslöschungsschiefe bis 38° , sehr lebhaft Interferenzfarben usw. gekennzeichnet werden, und theils in den ebenso charakteristischen Krystallskeletten. Das Melilithmineral behält überall seine idiomorphe Contur gegen die Augitindividuen, und diese sitzen an die Tafeln des tetragonalen Minerals angewachsen; ihre spätere Bildung ist also unzweifelhaft.

In den übrigen Schlacken, die sich alle durch eine etwas niedrigere Basicität auszeichnen, zeigt sich der Augit in ganz entsprechender Weise, jedoch in geringerer Menge und in kleineren Individuen. — Bei No. 183, wo das tetragonale Mineral in zonalem Aufbau erscheint (Fig. 10), stecken die zierlich entwickelten Augitstäbe gelegentlich bis zur Grenze zwischen der opt. positiven Kernzone und der sich darum schliessenden opt. isotropen Melilithzone hinein (Fig. 10, *c*), d: zuerst ist der Åkermanit zur Entwicklung gekommen, dann der Augit, und zum Schluss hat das tetragonale Mineral, durch Ablagerung von mehr basischer und thonerde-reicher Substanz, seinen Wachsthum fortgesetzt; zwar stimmt diese Reihenfolge sehr schön mit der Differenzirung des Magmas überein: durch die Aussonderung des Åkermanit-Minerals ist die Mutterlauge mehr reich an SiO_2 und Al_2O_3 geworden, folglich möchte sich auf dem zweiten Stadium Augit individualisiren; dadurch wurde der Basicitätsgrad

und der Thonerdegehalt vergrössert, auf der nächsten Stufe konnte sich folglich opt. isotroper und negativer Melilith ausscheiden.

In den noch etwas mehr basischen Schmelzmassen, mit Sauerstoffverh. höchstens etwa 1.30, finden wir als Mineral No. 2 nie länger Augit, sondern dagegen — bei grösseren Gehalten an $(Mg, Mn, Fe)O$ — Olivin oder Glimmer.

Zuerst Melilithmineral, später Magnesiaglimmer. — In der früher kürzlich erwähnten Schlacke No. 146 von Königin-Maria-Hütte bei Zwickau, Sachsen (Frühling 1884), unter etwas unreinem Betriebe gefallen, ist zuerst etwa 85—90 % der ganzen Masse als Melilithmineral (opt. pos.) ausgeschieden, und später hat sich etwas Magnesiaglimmer¹⁾ in dem Glase im Zwischenraume zwischen den Melilithkrystallen und in den Glaseinschlüssen innerhalb derselben individualisirt. Die Melilithkrystalle, die in grossen Individuen auftreten, sind vollkommen idiomorph entwickelt, und die kleinen Glimmerblätter sitzen an die zuerst gebildete feste Substanz angewachsen.

In anderen Schlacken von derselben Hütte und bei derselben Beschickung, jedoch unter reinem Ofenbetrieb gefallen — 3: mit weniger FeO , — ist auf dem zweiten Krystallisationsstadium bald Olivin allein und bald Magnesiaglimmer (von lichtgrauer Farbe) neben Olivin gebildet worden.

Nähere Beschreibung in »Schlackenstudien, I« (Fig. 33) und »Om kunstig dannelse af glimmer« (Fig. 6 und 7).

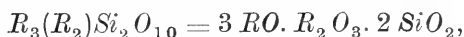
Melilith und Anorthit, cfr. später.

Ueber die Constitution der Melilithgruppe. — Wie es schon früher hervorgehoben worden ist, bilden die verschie-

¹⁾ Der Glimmer wurde durch Behandlung mit schwacher Salzsäure und später Kali isolirt und gewogen; näher in »Ueber die künstliche Bildung des Glimmers« (l. c.).

denen Glieder unserer Gruppe, — nämlich der Gehlenit, das Zwischenglied zwischen diesem und dem opt. negativen Melilith, der opt. negative Melilith (eigentlicher Melilith), die opt. isotrope Melilithvarietät, die opt. positive Melilithvarietät, das Zwischenglied zwischen dieser und dem Åkermanit und endlich das letztgenannte Mineral, — in der angegebenen Ordnung eine continuirliche Reihe, die sich in chemischer Beziehung durch steigende SiO_2 - und abnehmende Al_2O_3 -Gehalte auszeichnet.

Gehlenit. Aus den ziemlich spärlichen Analysen des natürlichen Gehlenits hat man die Constitution



wo $R = Ca, Mg, Fe$, usw., $R_2 = Al_2, Fe_2$ usw.,

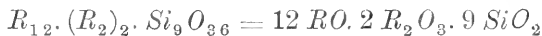
abgeleitet; weil aber die Analysen nicht sehr gut mit einander übereinstimmen und auch nicht an ganz frischem Material ausgeführt worden sind, darf die Formel vorläufig nicht als absolut exact angesehen werden. — Ihre Richtigkeit wird jedoch durch die mineralsynthetischen Untersuchungen von Bourgeois (l. c.) zum Theil bestätigt; es ergibt sich nämlich aus diesen, dass die Schmelzmassen $3RO \cdot R_2O_3 \cdot 2SiO_2$ zu Gehlenit erstarren, der gar nicht oder nur ganz wenig Glas enthält; die Zusammensetzung des Minerals kann also nur ganz unbedeutend von der schon früher angenommenen Formel abweichen.

Die Schlackenanalysen No. 162 und 164 (Sauerstoffverh. 0.71 und 0.62, statt 0.667 nach der Formel, 27.81 und 24.24 % Al_2O_3) beziehen sich auf frei ausgepflückte Krystalle; weil aber das Analysematerial von Monosulfid, CaS , und wahrscheinlich auch von Glas und Spinell verunreinigt gewesen ist, dürfen die Analysen nicht zu einer sicheren Berechnung der Constitution gebraucht werden; sie ergeben

jedoch, dass die obige Formel approximativ für den Schlacken-Gehlenit gelten muss.

Das Zwischenglied zwischen Gehlenit und dem opt. neg. Melilith. — Unter den $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 0.7\text{-Silikat}$ -Schmelzmassen ist nur die eine, nämlich No. 172 (mit 20.87 % Al_2O_3), fast durch und durch zu einem Gehlenit-ähnlichen Mineral, in 0.5–1.25 mm. grossen Individuen, umgebildet worden, während sich in denjenigen Magmata, die weniger (16.50 % oder mehr (24.48 % und darüber) Thonerde enthalten, nur ein relativ geringer Theil des tetragonalen Minerals ausgeschieden hat. — In No. 172 bildet das tetragonale Mineral nach Ermessen 95–99 % der ganzen Masse; der Rest ist Spinell(?) mit einer winzigen Spur von Glas. Selbst ob hier die ganze Thonerdemenge des Magmas in das Mineral hineingegangen wäre, — eine übrigens nicht erlaubliche Annahme, — würde dies bei weitem nicht so viel Thonerde enthalten, wie es die Formel des Gehlenits verlangt, oder wie es mit den von Bourgeois dargestellten Gehlenit-Schmelzproducten und mit dem Gehlenit in No. 162 und 164 der Fall ist; andererseits enthält unser Mineral bedeutend mehr Thonerde als der opt. negative Melilith, d: es bildet in Bezug auf den Thonerdegehalt ein Zwischenglied zwischen Gehlenit und Melilith. Wahrscheinlich ist dies auch mit dem SiO_2 -Gehalte der Fall, indem die Schmelzmasse in Bezug auf den Basicitätsgrad zwischen die zwei Mineralien fällt.

Opt. negativer Melilith, mit blauen Interferenzfarben. — Die Analysen des natürlichen Meliliths werden wir später besprechen; hier sei es nur kürzlich erwähnt, dass, den synthetischen Untersuchungen von Bourgeois zufolge, die Zusammensetzung des Minerals sich nicht weit von der Formel



entfernen kann.

Opt. isotrope (oder scheinbar isotrope) Melilithvarietät und opt. positive Melilithvarietät, mit eisengrauen Interferenzfarben. — In denjenigen chemisch und mikroskopisch untersuchten Schmelzmassen, wo diese Glieder der Reihe angetroffen sind, beträgt das Sauerstoffverh. und die Thonerdemenge des Magmas:

	Kernzone opt. isotrop, Randzone mit blauen Interf.farben.		Opt. pos. Melilith.			
	No. 156	No. 142	No. 146	No. 158	No. 160	No. 159
Sauerstoffverh.	0.95	1.03	0.98	0.96	1.26	1.32
% Al_2O_3	11.81	9.10	7.81	12.26	5.95	8.34

Die zwei nicht analysirten Schlacken von Eisenerz, wo wiederum die opt. isotrope Melilithvarietät auftritt, zeichnet sich auch durch niedrige Thonerdegehalte und eine mässige Basicität aus (cfr. die vier Schlackenanalysen mit 37—42 % SiO_2 , 5.6—7.1 % Al_2O_3 , Iron and Steel, 1888, I, Seite 315) ebenfalls enthalten die Mutterlaugen der Olivin-Melilith-Schlacken No. 19 und No. b, wo die opt. positive Melilithvarietät auf dem zweiten Krystallisationsstadium gebildet worden ist, nach der Aussonderung des Olivins nur etwa 6.5—7.5 % Al_2O_3 (die Schlacken selber 5.21 und 5.92 % Al_2O_3).

Durch Vergleich mit denjenigen Schmelzmassen, wo die opt. negativen Melilithglieder sich constituiren, ergibt sich ohne weiteres, dass die Magmata der opt. isotropen und positiven Melilithvarietäten sich durchgängig durch einen etwas niedrigeren Thonerdegehalt und dabei auch durch einen etwas höheren Aciditätsgrad auszeichnen; dies lässt sich nur dadurch erklären, dass dieselben chemischen Unterschiede sich auch in den Zusammensetzungen der ausgeschiedenen Mineralien wiederholen.

In einem Falle, bei No. 146, lässt sich auch zweifellos constatiren, dass unser opt. positives Mineral bedeutend weniger Thonerde als der gewöhnliche opt. negative Melilith enthält. In der betreffenden Schlacke hat sich zuerst etwa 85—90 % der ganzen Masse zu dem tetragonalen Mineral, in 3—5 mm. grossen Krystallen, umgebildet; später ist etwas Magnesiaglimmer individualisirt. — Ob auch hier die ganze Thonerdemenge des Magmas von dem opt. positiven Melilith aufgenommen wäre, würde dies höchstens ca. 9—9.5 % Al_2O_3 enthalten, also jedenfalls weniger als bei dem opt. negativen Melilith; in dem vorliegenden Falle ist übrigens ein thonerdeführendes Mineral, Magnesiaglimmer, später als der Melilith ausgeschieden worden, die Mutterlauge hat also nach der Aussonderung des tetragonalen Minerals fortwährend Thonerde enthalten und zwar nicht in ganz verschwindend kleinen Mengen. Es ergibt sich somit, dass der Thonerdegehalt des tetragonalen Minerals nicht mehr als höchstens etwa 8—9 % betragen kann; andererseits muss das Silikat mindestens ca. 5 % enthalten, — im umgekehrten Falle würde nämlich die Mutterlauge so thonerdereich werden, dass sie unter den vorliegenden Bedingungen nicht einmal schmelzbar sein würde; — das Resultat wird, dass der Thonerdegehalt des Minerals zwischen die Grenzen ca. 6 und 8 % fallen muss.

Auch bei No. 160 (mit 5.95 % Al_2O_3), wo ungefähr die Hälfte in das tetragonale Mineral umgebildet worden ist, muss dies weniger Thonerde enthalten, als es mit dem gewöhnlichen Melilith der Fall ist.

In No. 156 und 142 ist zuerst opt. isotroper und später, — nachdem der Thonerdegehalt der Mutterlauge durch die Aussonderung des relativ thonerdearmen Minerals etwas gestiegen war(?), — opt. negativer Melilith, als Randzone, individualisirt worden.

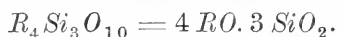
Das Zwischenglied zwischen der opt. positiven Melilithvarietät und Åkermanit nebst dem letzteren Mineral. — Bekanntlich kann sich der Augit nur in denjenigen Magmata constituiren, deren Sauerstoffverh. mindestens etwa 1.53—1.55 beträgt; es ist somit einleuchtend, dass die Bildung des Augits auf dem zweiten Krystallisationsstadium bei den früher beschriebenen Schlacken No. 178—180 und 182—186 (Sauerstoffverh. ca. 1.40—1.55) dadurch zu erklären ist, dass die Mutterlaugen während der Aussonderung des tetragonalen Minerals Schritt für Schritt kieselsäurereicher geworden sind, o: der Aciditätsgrad des Åkermanits und des diesem nahe stehenden etwas thonerdeführenden Schlackenminerals kann die Grenze des Sauerstoffverh. 1.50 nicht übersteigen. Im umgekehrten Falle würde auch die Grenze zwischen den zwei »Magmafeldern« (cfr. die spätere graphische Darstellung) bei einem höheren Sauerstoffverh. liegen müssen. — Andererseits bildet sich der Åkermanit nie in Schmelzmassen, die so basisch als das Singulosilikat sind, o: ihr Aciditätsgrad liegt nicht unwesentlich höher als bei dem Sauerstoffverh. 1.00.

Weiter: In unseren äusserst schnell abgekühlten, beinahe thonerdefreien 1.50-Silikat-Schmelzmassen haben sich im allgemeinen mindestens ungefähr drei Viertel der ganzen Masse zu Åkermanit umgewandelt; eine einfache Berechnung, auf dieser Thatsache gestützt, wird somit ergeben, dass der Aciditätsgrad des Minerals nicht unterhalb der Grenze ca. 1.33—1.38¹⁾ sinken kann; im Gegentheil, die Erscheinung lässt sich nur dadurch erklären, dass der Aciditätsgrad des Minerals genau mit demjenigen des Magmas überein stimmt

¹⁾ Wäre die Zusammensetzung des ausgeschiedenen Minerals ein 1.33-Silikat, würde die Mutterlauge am Ende der Krystallisation einen Aciditätsgrad 2.4—2.5 haben.

oder davon nur ganz wenig entfernt ist. — In der beinahe thonerdefreien 1.25-Silikat-Schmelzmasse No. 190 ist zuerst Åkermanit und später Olivin (Sauerstoffverh. 1.00) konstituiert worden; dies wird auch einfach dadurch zu erklären werden, dass die Mutterlauge während der Aussonderung des Åkermanits mehr basisch geworden ist, o: dass unser Mineral ein höheres Sauerstoffverh. als 1.25 besitzt.

Wenn wir endlich auch berücksichtigen, dass unser dem Åkermanit sehr nahestehendes tetragonales Schlackenmineral, dass sich von dem Åkermanit nur durch einen kleinen Al_2O_3 -Gehalt und einen ganz wenig niedrigeren SiO_2 -Gehalt unterscheidet, in den Schmelzmassen mit Sauerstoffverh. binnen den Grenzen 1.35—1.40 bis 1.55 zu Hause hört, gelangen wir zu dem Schlusse, dass der Åkermanit selber nach aller Wahrscheinlichkeit ein 1.5-Silikat ist; seine Formel wird somit



Dies ist auch die einzige einfache Constitution, — 2 Metasilikat: 1 Orthosilikat, — die angenommen werden könnte, indem sich aus der obigen Erörterung ergibt, dass das Sauerstoffverh. des Minerals zwischen die Grenzen ca. 1.40 und 1.50 fallen muss.

Dasjenige tetragonale Mineral, das wir in den ziemlich thonerdearmen Schlacken (mit am öftesten 4—6 % Al_2O_3) von Sauerstoffverh. 1.35—1.55 nachgewiesen haben, stimmt beinahe in jeder Beziehung, die durch die mineralogisch-mikroskopische Untersuchung festgestellt werden kann (opt. Character, typische Krystallflächen, tafelförmige Entwicklung und übriger Habitus der Individuen, usw.), genau mit dem thonerdefreien Åkermanit überein, nur sind die Interferenzfarben durchgängig ein wenig niedriger. Schon dies deutet an, dass die chemische Zusammensetzung der zwei Mineralien nicht völlig identisch ist, — ein Resultat, zu dem wir auch durch die übrigen früheren Beobacht-

ungen gelangen. — Unser Schlackenmineral kann sich, selbst bei der schnellen Abkühlung, welcher die Magmata unterworfen gewesen sind, in sehr bedeutender Menge — $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ der ganzen Masse — in denjenigen Schmelzflüssen ausscheiden, die bis zu nicht weniger als ca. 5—8 % Thonerde enthalten. Dies lässt sich nur dadurch erklären, dass die krystallisirende Verbindung etwas Thonerde aufnimmt; im umgekehrten Falle würde nämlich die Mutterlauge so reich an Thonerde werden, dass die bedeutende Ausscheidung des Minerals unmöglich wäre¹⁾. — Dabei giebt auch die Individualisation des Augits auf dem zweiten Krystallisationsstadium zu erkennen, dass unser tetragonales Schlackenmineral in den vorliegenden Proben einen niedrigeren Aciditätsgrad als 1.50 hat.

Um diese Schlüsse sicher zu bestätigen ist eine Analyse (No. 179, e) der frei ausgepflückten Krystalle des Minerals ausgeführt worden; daneben auch eine Analyse der ganzen Schlackenmasse.

Beide Analysen sind von Herrn stud. min. A. Damm, an dem metallurgischen Laboratorium zu Kristiania, ausgeführt worden.

In den Drusenräumen der von $(Ca,Mn)S$ schwach grün gefärbten Schlacke sitzt eine Menge beinahe wasserheller, tafelförmiger Krystalle ($OP. \infty P \infty. \infty P$), die eine Breite von ca. 4—15 mm. und eine Dicke von ca. 0.25—0.5 mm. erreichen; diese wurden ohne weiteres mit Pincet losgetrennt und nach einer mikroskopischen Untersuchung auf die Reinheit analysirt. Die Krystalle sind noch lichter als die eigentliche Schlackenmasse, enthalten also ganz unbedeutend wenig, obwohl freilich etwas Monosulfid (wahrscheinlich ca. 0.5 %); dabei

¹⁾ Die nähere Begründung dieser Behauptung folgt in einem späteren Abschnitt »Ueber die Eigenschaft der Thonerde-Ueberschüsse die Ausscheidung der Silikatminerale zu verzögern«.

Schlacke von Sandviken, 1885.

	Die ganze Schlacken- masse. No. 179 d	Die frei ausge- pflückten Krystalle. No. 179 e ³⁾
<i>SiO</i> ₂	42.44 ¹⁾	43.17
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	4.38	3.43
<i>FeO</i>	0.30	Spur
<i>MnO</i>	9.21	5.85
<i>CaO</i>	28.37	37.89
<i>MgO</i>	11.87	9 ⁴⁾
<i>CaS</i> ²⁾	1.89	(Wenig)
Sum	98.42	(99.4)
Sauerstoffverh.	1.33	1.335
<i>CaO</i> : (<i>Mg, Mn, Fe</i>) <i>O</i>	5.42 : 4.58	6.7 : 3.3

führen sie auch einige Glaseinschlüsse, die auf keine Weise separirt werden konnten, dagegen keine Spur von Augit, Olivin oder Spinell. — Die Verunreinigungen betragen, der mikroskopischen Untersuchung des Analysematerials zufolge, nur ein oder ein Paar Procent, jedenfalls nicht so viel wie 5 %.

Weil sowohl die Schlackenmasse und Krystalle als folglich auch die Glaseinschlüsse beinahe denselben Aciditätsgrad haben, ist die Bestimmung des Sauerstoffverh. der Krystalle ganz zuverlässig. — Selbst ob der Thonerdegehalt des Glases 8% und die Menge der Einschlüsse 4 %

¹⁾ Mittel aus 42.40 und 42.48 %.

²⁾ Das Monosulfid als *CaS* berechnet, obwohl es in der That aus *CaS* mit ganz wenig *MnS* besteht. — Bei der Berechnung des Sauerstoffverh. der Krystalle wurde vorausgesetzt, dass 0.4 % *CaO* = 0.29 % *Ca* in *CaS* hineingeht.

³⁾ Eingewogen ca. 0.5 gr.

⁴⁾ Die Bestimmung halb verunglückt.

betrage, würde dies den Thonerdegehalt der Krystalle nur um 0.2 % herabsetzen; es ergibt sich somit, dass unser Mineral zwischen 3.2—3.3 und 3.4 % Al_2O_3 enthält.

Dass die CaO -Menge sich in das ausgeschiedene Mineral und die $(Mg, Mn)O$ -Menge sich in die Mutterlauge concentrirt hat, ist ganz natürlich; auf diesem Vorgange beruht die schon früher erörterte spätere Bildung des Olivins in den mässig $(Mg, Mn, Fe)O$ -führenden Melilith-Schmelzflüssen.

In Bezug auf diejenige Stellung, welche die verschiedenen RO -Basen, — CaO und $(Mg, Mn, Fe, Na_2)O$, — in der Constitution der verschiedenen Glieder unserer Melilithgruppe einnehmen, wie auch auf denjenigen mineralbildenden Einfluss, den sie bei der Individualisation der Melilith- und Olivin-Mineralien ausüben, begegnen wir wiederum mehreren eigenthümlichen Erscheinungen, die auch nur dadurch erklärt werden können, dass wir nicht mit mehreren differenten und von einander scharf getrennten tetragonalen Mineralien, sondern mit einer gemeinschaftlichen Mineralgruppe zu thun haben.

CaO ist überall die wichtigste Base und kann überhaupt als die characterisirende RO -Base der Melilithreihe bezeichnet werden; jedoch ergeben unsere Untersuchungen die auffallende Thatsache, dass nicht nur die Krystallisation der Melilith durch einen mässig niedrigen Gehalt von $(Mg, Mn, Fe, Na_2)O$ ¹⁾ stark befördert wird, sondern dass es

¹⁾ Bourgeois (l. c.) zieht aus seinen Untersuchungen über die Bildung des Meliliths den Schluss, dass, »si la soude n'est pas absolument nécessaire à la formation de la méilithe, elle en favorise du moins singulièrement la cristallisation«. — Die meisten von mir untersuchten Schmelzproducten, wo Melilith sich in grossen und gut entwickelten Krystallen gebildet hat, führen nur etwa 0.05—0.1 à 0.5—1 % Na_2O ; es folgt somit, dass Na_2O , wenn etwas $(Mg, Mn, Fe)O$ im Schmelzflusse gegenwärtig ist, keinen separaten Einfluss auf die Individualisation oder Krystallisation des Minerals ausübt. — Die

sogar für die Constitution der sämtlichen Mineralien unserer Gruppe nothwendig ist, dass etwas CaO durch MgO usw. ersetzt wird.

Die reinen Kalk-Thonerde-Schmelzflüsse, $12 \text{CaO} \cdot 2 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 9 \text{SiO}_2$ und $3 \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$, — wie auch $2 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, — zerfallen, wie schon früher erwähnt und wie es in einem späteren Abschnitt näher erörtert wird, bei der Abkühlung zu einem feinen Staub; soll die Individualisation der Mineralien gelingen, müssen die Schmelzmassen neben CaO auch $(\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Na}_2)\text{O}$ enthalten. — Und eine allenfalls für die Bildung des tetragonalen Minerals ganz entsprechende Erscheinung lehrt uns das Studium der 1.50-Silikat-Schmelzmassen: wenn CaO allein gegenwärtig ist, oder wenn CaO die $(\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{O}$ -Menge ganz überwiegt, geben die Schmelzflüsse zu der Ausscheidung des tetragonalen Kalkbisilikats, CaSiO_3 , Veranlassung (No. 104, 105, 91, 96), während wir um die Constitution des Äkermanits zu erhalten etwas mehr CaO durch MgO usw. ersetzen müssen.

Es mag auch hervorgehoben werden, dass alle bis jetzt analysirten natürlichen Gehlenite und Melilithe wie auch die künstlichen Äkermanite und das diesem nahe stehende Schlackenmineral (Typus No. 179 e), — im Gegensatz z. B. zu den Skapolithen und den Plagioklasen, — immer neben CaO einen ganz beträchtlichen Gehalt von $(\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Na}_2)\text{O}$ aufweisen; wir können gern auch schon hier erwähnen, dass die principielle Ursache zu der Individualisation des Meliliths, statt des Plagioklases, in den Melilithbasalten in dem relativ hohen MgO -Gehalte der Mutterlauge beim Anfang der Bildungszeit des Minerals zu suchen ist.

Wenn die künstlichen Schmelzflüsse nur ganz wenig

bisher analysirten Melilithe und Gehlenite enthalten immer stöchiometrisch mehr MgO als $(\text{Na}_2, \text{K}_2)\text{O}$, und alkalireiche Melilithe sind überhaupt noch nicht bekannt.

$(Mg, Mn, Fe)O$ enthalten, wird der Gehalt zu der Individualisation der Melilithmineralien in Beschlag genommen; bei etwas höheren $(Mg, Mn, Fe)O$ -Procenten dagegen geht nur ein relativ geringer Theil in die tetragonalen Mineralien hinein, — mit anderen Worten, der CaO -Gehalt wird in die ausgeschiedene Verbindung und der $(Mg, Mn, Fe)O$ -Gehalt in die Mutterlauge concentrirt. Dass dies wirklich der Fall ist, ergibt die Bildung des Olivins auf dem zweiten Krystallisationsstadium in den vorliegenden Magmata; ebenfalls folgt es unmittelbar beim Vergleich der Zusammensetzungen des ursprünglichen Magmas und der ausgeschiedenen Krystalle bei der Schlacke No. 179 *d—e*.

Bei noch höheren $(Mg, Mn, Fe)O$ - und noch niedrigeren CaO -Gehalten scheidet sich bekanntlich als Mineral No. 1 nicht länger irgend ein Glied der Melilithgruppe, sondern dagegen Olivin aus, und zwar werden wir hier betonen, dass die betreffende *Grenze in Bezug auf die Relation $CaO : (Mg, Mn, Fe)O$ nicht von dem Aciditätsgrade des Magmas abhängig ist*¹⁾, o: die vorliegenden Basen üben auf die Individualisation des Gehlenits, des Meliliths und des Åkermanits, nebst Zwischengliedern, denselben mineralbildenden Einfluss aus. Diesem Moment ist ein sehr bedeutender Werth als Argument dafür zuzusprechen, dass unsere tetragonalen Mineralien mit einander sehr nahe mineralogisch und chemisch verwandt sind.

Als gemeinschaftliche Eigenschaften der sämmtlichen vorliegenden tetragonalen Mineralien haben wir aufzuführen: das Krystallsystem; die Tendenz der Krystalle immer in kurzen Säulen oder Tafeln aufzutreten; die vorherrschenden äusseren Begrenzungsflächen $OP \propto P \infty$, mit einer kleinen Kantenabstumpfung $\propto P$; ganz gute Spaltbarkeit $\neq OP$

¹⁾ Den Beweis werden wir am bequemsten in dem späteren Abschnitt »Schlussfolgerungen« (cfr. die graphische Darstellung) liefern.

und schlechte $\neq \infty P \infty$; die Wachstumsrichtung $\neq \infty P$ und die höchst charakteristische »Pflöckstructur«, die bei fast sämtlichen Gliedern der Reihe nachgewiesen worden ist; der immer ganz geringe Brechungsunterschied zwischen dem ordinären und extraordinären Strahle oder die sehr niedrigen Interferenzfarben; und in Bezug auf die chemische Zusammensetzung: CaO ist die characterisirende RO -Base, es ist aber immer nothwendig, dass etwas CaO durch $(Mg, Mn, Fe, Na_2)O$ ersetzt wird, und die verschiedenen RO -Basen wirken in mineralbildender Beziehung überall in genau derselben Weise; Verhalten gegen Säuren: unsere sämtlichen tetragonalen Mineralien werden sehr leicht, unter Ausscheidung von gallertartiger Kieselsäure, selbst von ziemlich schwachen Säuren aufgelöst. Einen wichtigen Beweis liefert uns endlich auch der zonale Aufbau der Individuen, besonders lässt sich dadurch die Verwandtschaft zwischen den opt. positiven, isotropen und negativen Gliedern constatiren.

Je nach der chemischen Zusammensetzung variirt, und zwar continuirlich, in einer langsamen Reihenfolge, der opt. Character und der Brechungsunterschied zwischen o und e , das specifische Gewicht, wahrscheinlich auch die krytallographischen Constanten.

An unserem am meisten basischen Mineral, dem Gehlenit, ist $(\omega \div \varepsilon)$ freilich ziemlich klein, jedoch grösser als sonst an den übrigen Gliedern der Reihe; mit zunehmendem SiO_2 - und abnehmendem Al_2O_3 -Gehalt wird $(\omega \div \varepsilon)$ zuerst langsam kleiner und kleiner, dann, an der opt. isotropen oder scheinbar isotropen Melilithvarietät, genau $= 0$ oder allenfalls so klein, dass die Abweichung von Null nicht constatirt werden kann; auf dem nächsten Stadium schlägt der opt. Character von negativ zu positiv um, zum Anfang, nämlich an der opt. positiven Melilithvarietät, ist $\div (\omega - \varepsilon)$ oder $(\varepsilon - \omega)$ äussert

klein, wird später etwas grösser und erreicht endlich bei dem Åkermanit ein zweites Maximum. — Der Brechungsunterschied oder die Interferenzfarben werden ein wenig von den wechselnden Gehalten an Fe_2O_3 , Mn_2O_3 usw. beeinflusst.

Auf Grundlage der Intensität der Interferenzfarben bei einer gegebenen Dicke¹⁾ der mikroskopischen Präparate lässt sich die Grösse der Differance ($\varepsilon - \omega$) annähernd bestimmen; sie beträgt:

		$\varepsilon - \omega$
Åkermanit	No. 186—190	+ 0.005—0.007
Zwischengl. zwischen diesem und der opt. pos. Melilithvar.	No. 178	+ 0.004—0.005
	No. 179—180, 182	+ 0.003—0.004
Opt. positive Melilithvarietät .	No. 159	+ ca. 0.003
	No. 146	+ ca. 0.002
Opt. isotrope Melilithvarietät .	No. 142, 156	0.0000—0.000?
Eigentlicher Melilith	No. 149, 152, 153	÷ 0.003—0.005
Zwischengl. zwischen diesem und Gehlenit.	No. 157, 172—175	÷ 0.005—0.006
	No. 176	÷ ca. 0.008

Zufolge den von Michel Lévy und A. Lacroix mitgetheilten Angaben beträgt ($\omega - \varepsilon$) an zwei verschiedenen natürlichen Melilithen 0.0048 und 0.0058 und an dem natürlichen Gehlenit ca. 0.005.

Diejenige Serie, die das specifische Gewicht bildet, entspricht genau derjenigen, die nach der Analogie mit den Plagioklas- und Skapolith-Reihen zu erwarten wäre. Ueber die krystallographischen Constanten sind leider, aus

¹⁾ Vgl. die Farbenscala in «Les minéraux des roches», von Michel Lévy und A. Lacroix (Paris, 1888).

Mangel an Material, nur ganz spärliche Erleuchtungen mitzutheilen.

Die Krystalle der Gehlenite und der opt. negativen, isotropen und positiven Melilithvarietäten erscheinen im allgemeinen kurz säulenförmig, diejenigen der Åkermanite und der diesen sehr nahe stehenden Zwischenglieder dagegen tafelförmig oder dünn blattförmig, und zwar haben wir bisher diesen Unterschied gebraucht um die opt. positiven Melilithvarietäten von den Zwischengliedern zwischen diesen und dem Åkermanit auszuhalten. Die Differance ist jedoch von ganz geringem Werthe, das Kriterium ist grösstentheils von einer subjectiven Natur, und eine scharfe Grenze existirt in der Natur nicht. — Z. B. No. 159 konnte ebenso gut in die Gruppe des letztgenannten Zwischengliedes wie in diejenige der opt. positiven Melilithvarietät eingereiht werden.

Die Ursache der soeben beschriebenen reihenförmigen Entwicklung unserer gesamten tetragonalen Mineralien darf sich nur dadurch erklären können, dass die Zusammensetzung der verschiedenen Zwischenglieder als Gemische der Fundamentalverbindungen der zwei äusseren Glieder — Åkermanit und Gehlenit — anzusehen ist. Es fragt sich dann erstens, ob die auf diese Weise erhaltenen Mischungen sich in der That mit den Zusammensetzungen des natürlichen Meliliths und mit unseren übrigen Zwischengliedern, deren chemische Constitution wir approximativ oder genau kennen, identificiren lassen, und zweitens, ob die Åkermanit- und Gehlenit-Silikate so nahe chemisch analog constituirt sind, dass sie einander ersetzen können.

Die Genauigkeit der für Åkermanit und Gehlenit aufgestellten Formeln mag vorläufig vielleicht etwas bestritten werden, jedoch sind die möglich begangenen Fehler ganz unbedeutend klein; besonders werden wir hervorheben, dass

die erhaltenen Formeln die einzigen einfachen Constitutionen sind, die unsere Mineralien erklären können.

Um den ersteren Vergleich in der That ausführen zu können werden wir eine Serie Gemische der zwei Fundamentalverbindungen, — kurz Åkerm.-Sil. und Gehl.-Sil. bezeichnet, — aufschreiben. (Wir wählen die reine Thonerdesilikate und ersetzen $\frac{1}{4}$ der *RO*-Menge durch *MgO*, Rest *CaO*).

Åkerm. : Gehl.-Sil.	10:0	9:1	8:2	7:3	6:4	5:5	4:6	3:7	2:8	1:9	0:10
<i>SiO₂</i>	46.39	44.9	43.5	42.0	40.5	39.0	37.6	36.1	34.6	33.1	31.66
<i>Al₂O₃</i>	0.00	2.7	5.4	8.2	10.9	13.6	16.3	19.0	21.7	24.5	27.17
<i>CaO</i>	43.30	42.3	41.3	40.3	39.3	38.3	37.3	36.3	35.3	34.3	33.25
<i>MgO</i>	10.31	10.1	9.8	9.6	9.3	9.1	8.9	8.7	8.4	8.2	7.92
Sauerstoffverh.	1 50	1.38	1.27	1.17	1.08	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.667

Daneben die bis jetzt publicirten Analysen des natürlichen Meliliths:

	Von Capo di Bove, nach Damour.		Von Vesuv, nach Damour. Kobell.		Aus Melbas. Stelzner.
	No. a	No. b	No. c	No. d	No. e
<i>SiO₂</i>	38.34	39.27	40.60	43.96	44.76
<i>Al₂O₃</i>	8.61	6.42	10.88	11.20	7.90
<i>Fe₂O₃</i>	10.02	10.17	4.43	2.32	5.16
<i>FeO</i>					
<i>CaO</i>	32.05	32.47	31.81	31.96	27.47
<i>MgO</i>	6.71	6.44	4.54	6.10	8.60
<i>Na₂O</i>	2.12	1.95	4.43	4.28	2.65
<i>K₂O</i>	1.51	1.46	0.36	0.38	0.33
<i>H₂O</i>					1.42
Summe	99.36	98.18	98.35	100.20	99.68

No. *e* aus Melilithbasalt, von Hochbohl bei Owen, isolirt; Analyse von H. Schulze, nach A. W. Stelzner »Ueber Melilith und Melilithbasalte«.

An den vier ersteren ist Fe_2O_3 und FeO nicht getrennt analysirt; an der letzteren ist das Analysematerial nicht ganz rein gewesen¹⁾, und weil die Analyse auch etwas H_2O ausweist, darf sie, ebenso wenig wie die vier ersteren, zu einer exacten Berechnung der Formel angewandt werden.

In den grossen Zügen stimmen die Analysen so gut mit den entsprechenden Gemischen unserer Åkerm.- und Gehl.-Silikate überein, dass die kleinen Unterschiede auf unreines und verwittertes Analysematerial und kleine Analysefehler zurückgeführt werden können; und zwar wird der natürliche Melilith am nächsten mit dem Gemische 1 Åkerm.-Sil. : 1 Gehl.-Sil. zu vergleichen. — Der Bestimmung der Kieselsäure in No. *e* darf, wie soeben erwähnt, kein grösserer Werth zugetheilt werden; es ergibt sich somit, dass der Kieselsäuregehalt des natürlichen Meliliths etwa 39—41 % beträgt. Das Eisen tritt wahrscheinlich immer theils als Oxyd und theils als Oxydul auf, vielleicht der grössere Theil als Oxyd (cfr. No. *e*); unter der Voraussetzung, dass gleich viel als Oxyd wie als Oxydul sich berechnen lässt, erhalten wir bei No. *c* und *d*, wo die totale Eisenmenge ziemlich niedrig ist, resp. ca. 13 und ca. 12.25 % $(Al_2, Fe_2)O_3$, während wir unserem Schema zufolge in dem betreffenden Gliede einen Gehalt von ca. 13 % erwarten sollten. — Die procentischen Mengen der No. *e* deuten an, dass der Melilith bei zunehmendem Kieselsäuregehalt einen abnehmenden Thonerdegehalt führe, wie auch unsere Theorie es fordert.

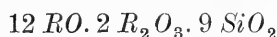
¹⁾ Stelzner betont ausdrücklich, dass die Analyse wegen der einige Procent betragenden fremden Beimengungen und wegen des kleinen Wassergehalts nur ein angenähert richtiges Bild der Zusammensetzung giebt. — Eingewogen zu der Analyse 0.38 gr.

Den Untersuchungen von Bourgeois (l. c.) zufolge erstarren die Schmelzmassen $12 RO. 2 R_2O_3. 9 SiO_2$, — wenn CaO zum Theil durch MgO und Na_2O ersetzt wird, — gänzlich oder beinahe gänzlich zu Melilith; die Zusammensetzung des Minerals kann also nur ganz wenig von der obigen Formel abweichen. Um den Vergleich im Detail auszuführen werden wir die procentischen Mengen, unter Voraussetzung $4 RO = 3 CaO + MgO$, der von B. angewandten Schmelzflüsse berechnen:

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Sauerstoffverh.
Nach Bourgeois	39.4	15.0	36.8	8.9	1.00
1 Åk.-Sil. : 1 Gehl.-Sil.	39.0	13.6	38.3	9.1	1.00
5 « « : 6 « «	38.3	14.6	38.0	9.0	0.96

Die Bestimmung der Constitution durch die synthetische Methode ist nicht sehr scharf; das erhaltene Mineral kann deswegen ebenso gut nach einem der Gemische unserer Åkermanit-Gehlenit-Silikate wie nach der von dem französischen Synthetiker angenommenen Formel individualisirt werden; die Abweichung der procentischen Mengen ist nur sehr klein.

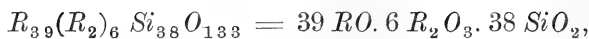
Die früher angenommene Formel des natürlichen Meliliths



wird somit, unserem Schema zufolge, mit einer der folgenden zu ersetzen:



Auf Grundlage der Analyse No. e hat Rammelsberg (Handbuch der Mineralchemie, Ergänzungsheft, 1886) die Constitution des Meliliths als



wo $R = Ca, Mg, Fe, Na_2, K_2$, $R_2 = Al_2, Fe_2$,

aufgeführt; diese kann jedoch nicht richtig sein. Sie bezieht sich nur auf eine einzige Analyse, von welcher schon der Author, Stelzner, betont, dass sie nur ein angenähert richtiges Bild der Zusammensetzung giebt, und sie würde resp. ca. 7, 6, 5 und $1\frac{1}{2}$ % SiO_2 mehr liefern, als man thatsächlich bei No. *a-d* gefunden hat; die Formel giebt auch ca. 0.7 % SiO_2 und ca. 1.1 % $(Al_2, Fe_2)O_3$ mehr als No. *e*.

In Verbindung mit der Zusammensetzung des Meliliths werden wir auch diejenige des natürlichen Gehlenits etwas näher besprechen. — Die Resultate der Analysen der bis jetzt chemisch untersuchten Gehlenite (cfr. Rammelsbergs Mineralchemie) lassen sich durch die folgenden stöchiometrischen Relationen ausdrücken:

	% H_2O	$Si : R_2 : R$	$Si : R_2 : R$
No. <i>f</i>	1.53	1 : 0.43 : 1.41	2.30 : 1 : 3.24
« <i>g</i>	0.37	1 : 0.43 : 1.70	2.33 : 1 : 4.0
« <i>h</i>	2.00	1 : 0.46 : 1.46	2.15 : 1 : 3.12
« <i>i</i>	4.72	1 : 0.46 : 1.50	2.18 : 1 : 3.27
« <i>j</i>	1.28	1 : 0.47 : 1.61	2.11 : 1 : 3.40
« (<i>k</i>)	3.30	1 : 0.57 : 1.34	1.75 : 1 : 2.3

An No. *g* und *j* Eisenoxyd und Oxydul jedes für sich bestimmt, an den übrigen die ziemlich kleine Eisenmenge als Oxyd aufgeführt. — Bei No. *k* Magnesia nicht angegeben, die Analyse deswegen von geringem Werthe.

Daneben einige Gemische unserer Åkermanit- und Gehlenit-Silikate:

	$Si : R_2 : R$	$Si : R_2 : R$
1.5 Åkerm.-Sil. : 8.5 Gehl.-Sil.	1 : 0.40 : 1.46	2.53 : 1 : 3.70
1 « « : 9 « «	1 : 0.43 : 1.48	2.33 : 1 : 3.44
0.5 « « : 9.5 « «	1 : 0.46 : 1.49	2.16 : 1 : 3.21
0 « « : 10 « «	1 : 0.50 : 1.50	2.00 : 1 : 3.00

Es ergibt sich durch den Vergleich, dass die Erklärung der nicht sehr guten Uebereinstimmung der verschiedenen Analysen des natürlichen Gehlenits nach aller Wahrscheinlichkeit darin zu suchen ist, dass der Gehlenit nicht immer eine und dieselbe Zusammensetzung hat, sondern dass das Mineral als ein Gemisch des reinen Gehlenit-Silikats, $3 RO \cdot R_2 O_3 \cdot 2 SiO_2$, mit etwas, jedoch immer ganz wenig Åkermanit-Silikat aufzufassen ist; die Uebereinstimmung der zwei Serien ist so gut, wie es nach den zum Theil nicht ganz vollständigen Analysen der etwas verwitterten Krystalle erwartet werden konnte. — Dieser Untersuchung zufolge dürfen wir die Bestimmung des Gehlenit-Silikats als unzweifelhaft ansehen.

Auch die Analyse No. 179 *e* passt ausgezeichnet gut in unsere Reihe hinein; ebenfalls lassen sich die approximativ bestimmten Zusammensetzungen der No. 146 und No. 172 leicht und einfach nach unserem Schema erklären.

Es darf somit als bewiesen angesehen werden, dass die verschiedenen Glieder der Melilithreihe aus Gemischen der Åkermanit- und Gehlenit-Silikate bestehen; folglich ist es auch berechtigt die Analyse No. 179 *e* zu einer wohl übrigen nicht nöthigen Controlle der Zusammensetzung des Åkermanit-Silikats zu gebrauchen.

Die Analyse giebt 3.43 (oder 3.2—3.3 bis 3.4) % $Al_2 O_3$; die Beimischung des Gehlenit-Silikats beträgt somit 3.96 % SiO_2 , 3.4 % $Al_2 O_3$, 4.16 % CaO und 0.99 % MgO , folglich

die Zusammensetzung des Åkermanit-Silikats 39.21 % SiO_2 , 0.0 % Al_2O_3 , 33.34 % CaO , 5.85 % MnO und 8 % MgO ; Sauerstoffverh. 1.486 statt 1.50 oder $Si : R = 1 : 1.328$ statt $1 : 1.333$. — Selbst ob die Bestimmung der Zusammensetzung des Minerals, der kleinen fremden Verunreinigungen wegen, nicht ganz exact wäre, würde dadurch die Constitution des Åkermanit-Silikats nur unbedeutend beeinflusst werden (Sauerstoffverh. statt 1.50 binnen den Grenzen 1.46 bis 1.51). — Die Zusammensetzung des Åkermanit-Silikats ist somit ganz sicher festgestellt¹⁾.

Schon a priori darf man als eine allgemein gültige Regel annehmen, dass die Zusammensetzung des sich in jedem einzelnen Falle im Schmelzfluss individualisirenden Melilithminerals nicht ausschließlich einerseits von dem Basicitätsgrade oder andererseits von dem Thonerde- (und Eisenoxyd-) Gehalte des Magmas, sondern gleichzeitig von den zwei Relationen $SiO_2 : R_2O_3$ und $SiO_2 : (RO, R_2O_3)^2$ bedingt wird, — 1) die Bildung lässt sich zu dem Sauerstoffverh. in Verein mit dem Thonerdegehalte der Mutterlauge zurückführen. — In Schmelzmassen³⁾ mit dem Sauerstoffverh. höchstens 1.00 und gleichzeitig mindestens ca. 13.5—14 % Thonerde oder bei etwas höheren Aciditätsgraden mit nicht unwesentlich mehr Thonerde sind deswegen opt. negative Glieder der

¹⁾ Bekanntlich hat G. Tschermak eine dem obigen Vorgange ganz entsprechende Methode benutzt um aus den Analysen der Mejonite (88 % Mejonit- + 12 % Marialith-Silikat) und Marialithe (84 % Marialith- + 16 % Mejonit-Silikat) die Constitution der betreffenden Silikate zu berechnen

²⁾ Die dritte Relation, $R_2O_3 : RO$, hängt von den obigen zwei ab, ist also keine »unabhängig variable«.

³⁾ In der folgenden Uebersicht nehmen wir auf die $(Fe_2, Mn_2)O_3$ -führenden oder an $(Fe, Mn)O$ -sehr reichen Magmata keine Rücksicht, indem etwas $(Fe_2, Mn_2)O_3$ oder viel $(Fe, Mn)O$ einen sekundär modificirenden Einfluss auf die optischen Eigenschaften der tetragonalen Mineralien auszuüben scheint.

Reihe zu erwarten; dies tritt in der That auch immer ein. Ebenso scheidet sich in den Magmata mit Sauerstoffverh. ca. 0.95—1.00 und nur ca. 8—11 % Al_2O_3 wie auch in denjenigen mit Sauerstoffverh. ca. 1—1.1 und etwas mehr Thonerde die opt. isotrope Melilithvarietät, eventuel das folgende Glied, die opt. positive Melilithvarietät (mit eisen-grauen Interferenzfarben) aus; bei noch höheren SiO_2 - und noch niedrigeren Al_2O_3 -Gehalten erhalten wir zuerst die opt. positive Melilithvarietät, dann das Zwischenglied mit Typus No. 179, *e* und endlich den Åkermanit.

Auch nach der Nuance der Interferenzfarben können wir die Stellung des ausgeschiedenen Minerals in unserer Mischungsreihe sehr oft beurtheilen.

Z. B. Die opt. negativen Mikrolithe in No. 157 (Sauerstoffverh. 0.98) mit gelbblauen Interferenzfarben stehen, wegen der hohen Thonerdemenge des Magmas (24.12 %), auf dem Uebergange zwischen Melilith und Gehlenit; in Schmelzmassen mit ungefähr demselben Aciditätsgrade (No. 156 und 142, Sauerstoffverh. 0.95 und 1.03), jedoch mit bedeutend weniger Thonerde (resp. 11.8 und 9.1) erhalten wir dagegen zuerst die opt. isotrope Melilithvarietät, bei noch kleineren Thonerdegehalten (z. B. No. 146, Sauerstoffverh. 0.98 und 7.8 % Al_2O_3) sogar zuerst die opt. positive Melilithvarietät. — No. 159 (Sauerstoffverh. 1.32, 8.34 % Al_3O_3) steht in Bezug auf die Interferenzfarben auf der Grenze zwischen der opt. positiven Melilithvarietät und dem sich an den Åkermanit schliessenden Zwischengliede, — und unter denjenigen Schlacken, die das letztgenannte Glied enthalten, kommt endlich No. 178 (Sauerstoffverh. 1.59) sowohl in Bezug auf die Interferenzfarben als auch auf den Habitus der Krystalle dem Åkermanit am nächsten.

Auch diejenige Krystallisationsfolge der verschiedenen Melilithvarietäten, die wir bei den zonal aufgebauten Indi-

viduen nachgewiesen haben, lässt sich leicht nach der obigen Annahme erklären, ebenfalls die spätere Bildung des Augits in den thonerdeführenden Schmelzmassen mit Sauerstoffverh. ca. 1.35—1.55. — In unseren 1.50-Silikat-Schmelzmassen No. 186—188, mit 0.6—0.7 % Al_2O_3 , ist ein tetragonales Mineral mit Sauerstoffverh. ca. 1.47—1.48 und 0.3—0.4 % Al_2O_3 zu erwarten; deswegen konnte sich hier nicht die ganze Masse zu Åkermanit umbilden, im Gegentheil, es möchte zum Schluss eine winzige Menge Augit krystallisiren.

In der gesammten Melilithgruppe haben wir bis jetzt eine Menge, mindestens etwa 9—11¹⁾, chemisch und mineralogisch etwas differenter Glieder nachweisen können, und es giebt, namentlich unter Berücksichtigung der letzteren Erörterung, keinen Grund anzunehmen, dass die Reihe damit abgeschlossen sei. Wir erlangen somit, — im Gegensatz zu dem Resultat, das Fouqué und Michel Lévy²⁾ aus ihren mineralsynthetischen Untersuchungen in Bezug auf die Constitution der Plagioklasgruppe ziehen zu können glauben, — zu der Auffassung, das die Melilithreihe ganz continuirlich, ohne Lücken, sein muss.

Zum Schluss dieses Abschnittes eine schematische Zusammenstellung³⁾:

¹⁾ Nämlich Åkermanit, das opt. positive Mineral in No. 178, 179, e, 159 und 148, das opt. isotrope Mineral in No. 156 oder 142, natürlicher Melilith, vielleicht von etwas wechselnder Zusammensetzung, das opt. negative Mineral in No. 157 oder 172, natürlicher Gehlenit, wiederum von wechselnder Zusammensetzung.

²⁾ Synthèse des minéraux et des roches. 1882.

³⁾ Vorausgesetzt bei der Uebersicht über die opt. Eigenschaften, dass die Melilithe gar kein $(Fe_2, Mn_2)O_3$ und nicht sehr viel $(Fe, Mn)O$ enthalten, und bei der Berechnung des Thonerdegehaltes, dass $R_2O_3 = Al_2O_3$ und $4 RO = 3 CaO + MgO$.

Die Melilithgruppe.

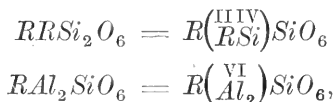
Äkerm.-Sil. : Gehl.-Stl. .	Äkerm.-Sil. : Gehl.-Stl. .										
	∞ : 1	9 : 1	8 : 2	7 : 3	6 : 4	5 : 5	4 : 6	3 : 7	2 : 8	1 : 9	1 : ∞
% Al ₂ O ₃	0.00	2.7	5.4	8.2	10.9	13.6	16.3	19.0	21.7	24.5	27.17
Sauerstoffverh. . . .	1.50	1.38	1.27	1.17	1.08	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.687
Opt. Character . . .	Positiv.					Negativ.					
Interferenz- farben im Dünnschliff, unter parallelen Nicols	Graublau bis klare res grau.	Lavendel- blau bis graublau.	Tief eisengrau. Licht eisengrau.	Dunkel.	Lavendel- blau.	Graublau bis him- melblau.	Klareres grau, grünlich bis gelb- lich weiss.	Braun- gelb bis röthlich braun.			
	+ 0.005 — 0.007	+ 0.003 — 0.005	ca. 0.003	0.0000— 0.000 ?	Weiss bis gelblich weiss.	Weiss bis bräunlich weiss.	Bräunlich weiss.	Weiss bis gelblich weiss.	÷ 0.003 — 0.005	÷ 0.005—0.005	÷ ca. 0.006
(ε—α)		2.75—2.80	(2.91)		(2.90—2.95)						2.98—3.05
Specificches Gew.		1 : 0.46			1 : 0.4545					1 : 0.400	
a : c											
	Äker- manit.	Zwischenglied zw. opt. pos. Melilith- varietät und Äkermanit.	Opt. pos. Melilith- varietät.	Opt. Isotrope Melilithv.	Natürlicher Melilith (Eigentlicher Melilith).	Zwischenglied zw. Gehlenit und dem eigentlichen Melilith.	Natürlicher Gehlenit.				

Die zwei Fundamentalverbindungen der Melilithgruppe, nämlich:



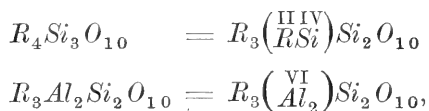
(wo $R = Ca, Mg, Mn, Fe, Na_2$ usw., Al_2 kurz statt Al_2, Fe_2, Mn_2) sind insofern chemisch analog constituirt, wie sie alle beide dieselbe Anzahl Sauerstoffatome und dieselbe Equivalenzzahl zeigen; dabei lässt sich leicht nachweisen, dass sich hier genau derselbe Unterschied wiederholt, den man schon früher zwischen dem Diopsid-Hedenbergit-Silikat $RRSi_2O_6$ und dem Aluminosilikat $R(R_2)Si_2O_6$ der Augite (oder Pyroxene) constatirt hat.

Den Arbeiten von G. Tschermak zufolge lässt sich bekanntlich die Augit-Constitution in folgender Weise auffassen:



wo $\left(\overset{VI}{Al_2}\right)$ wegen der chemischen Equivalenz die Atomgruppe $\left(\overset{IIIV}{RSi}\right)$ ersetzen sollte.

In ganz entsprechender Weise bei den Åkerm.- und Gehl.-Silikaten:



also eine vollständige Analogie, wenn wiederum $\left(\overset{VI}{Al_2}\right) = \left(\overset{IIIV}{RSi}\right)$.

Zu demselben Resultat erlangen wir auch, wenn wir die von Rammelsberg verfochtene Darstellung der Constitution des Augits zu Grund des Vergleichs legen; die Formel

$RSiO_3 + n Al_2O_3$, wo n höchstens = 1,

lässt sich nämlich auch umschreiben:

$$RSiO_3 + \begin{cases} (1-n) RSiO_3 \\ n Al_2O_3 \end{cases}$$

Damit ganz entsprechend wird im allgemeinen die Constitution der Melilithgruppe:

$$R_2SiO_4 + RSiO_3 + \begin{cases} (1-n) RSiO_3 \\ n Al_2O_3 \end{cases}$$

$n = 0$ giebt Äkerm.-Sil.

$n = 1$ giebt Gehl.-Sil.

Es ergibt sich somit, dass die zwei Fundamentalverbindungen der Melilithgruppe einander in chemischer Beziehung so nahe stehen, dass wir die jetzige Auffassung der Wissenschaft von den Grenzen der Begriffe »Isomorphie« oder »Heteromorphie« nicht erweitern brauchen.

Die letztere Formel lässt vermuthen, dass nicht nur die eine $RSiO_3$ -Molekülgruppe, sondern noch mehr $RSiO_3$, vielleicht alle beide Molekülgruppen, durch Al_2O_3 ersetzt werden können; die Constitution der Melilithgruppe würde in diesem Falle:

$$R_2SiO_4 + \begin{cases} 2-n RSiO_3 \\ n Al_2O_3 \end{cases}, \text{ wo } n \text{ höchstens} = 2,$$

und die stark basischen und thonerdereichen Glieder würden durch die folgenden Relationen gekennzeichnet werden:

$$Si : Al_2 : R$$

$$\text{Gehl.-Sil. } n = 1 \quad 1 : 0.50 : 1.50$$

$$n = 1\frac{1}{4} \quad 1 : 0.71 : 1.57$$

$$n = 1\frac{1}{3} \quad 1 : 0.80 : 1.60$$

$$n = 1\frac{1}{2} \quad 1 : 1.00 : 1.67$$

$$n = 2 \quad 1 : 2.00 : 2.00$$

Als Stütze dieser ziemlich fraglichen Hypothese können

wir nur die folgende Thatsache anführen: In der $CaO \cdot Al_2O_3$ -0.5-Silikat-Schmelzmasse No. 176 (35.66 % Al_2O_3 , $Si : Al_2 : R = 1 : 0.80 : 1.60$) hat sich, selbst bei der äußerst schnell eingetretenen Abkühlung, ein sehr bedeutender Theil, mindestens etwa die Hälfte, zu einem Gehlenit-ähnlichen Mineral (opt. neg.) umgebildet, und zwar zeichnet sich dies, wie schon früher berührt, von dem eigentlichen Gehlenit durch etwas höhere Interferenzfarben aus; in der noch mehr thonerdereichen Schmelzmasse No. 177 (mit 38.33 % Al_2O_3 , $Si : Al_2 : R = 1 : 0.84 : 1.43$) dagegen ist nur ganz wenig des betreffenden Minerals individualisirt worden. — Dies lässt sich einfach dadurch erklären, dass die erstere Schmelzmasse ungefähr dieselbe Zusammensetzung wie das zu erwartende sehr basische Gehlenitglied hat, während dagegen die letztere zu viel Thonerde enthält. — Die Schmelzmasse No. 176 führt ca. 9 % mehr Thonerde, als es der eigentliche Gehlenit, $3RO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, fordern würde; dieser Ueberschuss würde, wie wir es später näher erörtern werden, bei der schnellen Abkühlung der reichlichen Ausscheidung eines Minerals mit Zusammensetzung wie Gehlenit stark entgegenwirken oder vielleicht ganz verunmöglichen.

Es sei auch hier erwähnt, dass die Analyse No. *k* des natürlichen Gehlenits einen abnorm hohen R_2O_3 -Gehalt zu erkennen giebt.

Ueber die neue hypothetische Kieselsäure, Pyrokieselsäure, $H_8Si_3O_{10}$ und über die Structurformen der Åkermanit- und Gehlenit-Silikate. — In der Einleitung zum Abschnitte «Silikate» in seiner Arbeit «Tabellarische Uebersicht der Mineralien» (dritte Auflage, 1889) sucht P. Groth zu veranschaulichen, dass es in der That nur vier selbständige, übrigens zum Theil hypothetische Säuren des Siliciums giebt, nämlich:

H_4SiO_4	Orthokieselsäure
H_2SiO_3	Metokieselsäure
$H_6Si_2O_7$	Orthodikieselsäure
$H_2Si_2O_5$	Metadikieselsäure.

Die bisher bekannten Silikate werden als neutrale, saure oder basische Salze dieser Säuren betrachtet.

Dass es — mit Ausnahme der Orthodikieselsäure — keine andere Zwischenstufe zwischen den Ortho- und Metakieselsäuren existirt, würde nach seiner Darstellung daraus folgen, dass «wenn man die Oxyde zweiwerthiger Metalle, «wie *Mg, Mn*, auf Kieselsäureanhydrid unter Umständen einwirken lässt, unter denen Salzbildung erfolgen muss, und «zwar in Quantitätsverhältnissen, welche zwischen denen «eines neutralen Orthosilikats und Metasilikats intermediär «sind und dem Salz irgend einer complicirteren Säure entsprechen, so entsteht niemals ein solches, sondern stets ein «Gemeenge zweier Salze, von denen eines genau die Formel «eines neutralen Orthosilikats, das andere die eines eben- «solchen Metasilikats besitzt». — So geht es auch in der That, wenn man mit den Basen der Metalle *Mg, Mn, Fe* oder mit denselben nebst etwas *Ca* arbeitet; bei überwiegend viel *Ca* dagegen resultirt auf der intermediären Stufe kein Ortho- oder Metasalz, sondern dagegen eine neue Verbindung (Åkermanit = $\overset{II}{R}_4Si_3O_{10}$), die somit, der theoretischen Auffassung von Groth zufolge, als ein normales Salz einer neuen Kieselsäure, $H_8Si_3O_{10}$, angesehen werden muss.

Die Berechtigung dieses Schlusses geht auch deutlich aus derjenigen Thatsache hervor, dass alle bis jetzt bekannten Silikate (und Titanate), die ausschliesslich die Basen der ein- und zweiwerthigen Metalle enthalten, sich als normale Salze der früheren vier nebst der neuen fünften Kieselsäure ableiten lassen; auf dem heutigen Stadium der

Wissenschaft kennt man nämlich nur die folgenden allein $\overset{\text{I}}{R}$ - oder $\overset{\text{II}}{R}$ -führenden Verbindungen¹⁾ der Kiesel- und Titansäure²⁾:

Orthokieselsaure Salze: Die Mineralien der Olivin- und Willemit-Gruppen ($\overset{\text{II}}{R}_2\text{SiO}_4$).

Orthodikieselsaure Salze: Barysilit ($\text{Pb}_3\text{Si}_2\text{O}_7$).

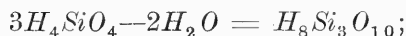
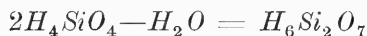
Metakieselsaure Salze: Die Mineralien der Pyroxen- und Amphibolgruppen ($\overset{\text{II}}{R}\text{SiO}_3$, $\overset{\text{I}}{R}_2\text{SiO}_3$); Perowskit (CaTiO_3).

Metadikieselsaure Salze: Titanit (CaSiTiO_5).

Dazu das neue Mineral Åkermanit ($\overset{\text{II}}{R}_4\text{Si}_3\text{O}_{10}$).

Für die neue hypothetische Säure erlaube ich mir den Namen Pyrokieselsäure vorzuschlagen³⁾.

Diese wie auch die Orthodikieselsäure lassen sich in der folgenden Weise von der Ortho-säure deriviren:



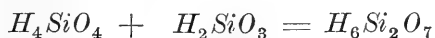
ebenfalls lässt sich die Orthodi-säure als 1 Ortho- + 1 Meta-

¹⁾ Auf die Verbindungen der drei-oder mehrwerthigen Elemente wie auch auf die H_2O -, H -, Cl -, Fl usw. -führenden Salze nehmen wir keine Rücksicht, weil diese sehr oft von basischer oder saurer Natur sind; ebenso wenig nehmen wir mit in Betracht die complicirten Bleisilikate und die Doppelverbindungen mit Sulfid, Carbonat usw.

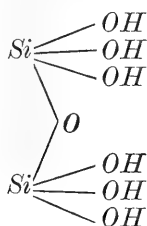
²⁾ Cfr. die Zusammenstellung von Groth in «Tabellarische Uebersicht der Mineralien» (1889).

³⁾ Von dem Phosphorsäureanhydrid leiten sich bekanntlich drei Säuren, Ortho-, Pyro- und Metaphosphorsäure ab; unter diesen ist die Pyro-säure als Zwischenstufe zwischen den zwei anderen aufzufassen ($H_3PO_4 + HPO_3 = H_4P_2O_7$). — Die neue Kiesel-säure, $H_8Si_3O_{10}$, steht ebenfalls auf einem intermediären Stadium zwischen den Ortho- und Metakieselsäuren; der stringenten Analogie zufolge sollte übrigens die Orthodikieselsäure mit der Bezeichnung «Pyro-» gekennzeichnet werden, indem diese durch die Addition von 1 Meta- zu 1 Ortho-säure hervorgeht ($H_4SiO_4 + H_2SiO_3 = H_6Si_2O_7$). — Den Namen «Parakieselsäure» hat man gelegentlich (Roscoe-Schorlemmer, Ausführliches Lehrb. d. Chemie, B. I, 1877, Seite 483) der rein hypothetischen Säure H_6SiO_5 zugetheilt.

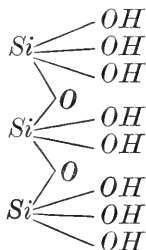
säure und die Pyro-säure als 1 Ortho- + 2 Meta-säure auffassen:



Die Strukturformel der zwei Säuren wird somit in der folgenden Weise darzustellen:

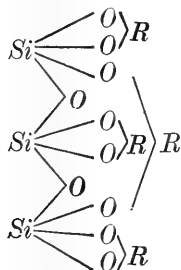
Orthodikieselsäure¹⁾.

Pyrokieselsäure.

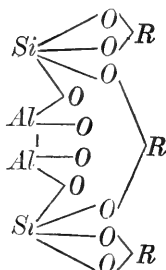


In der Melilithgruppe begegnet man der sich so oft bei den iso- (und hetero-)morphen Silikatgruppen wiederholenden Erscheinung, dass die basischen (o: relativ SiO_2 -armen) Glieder sich durch zunehmende Thonerdegehalte auszeichnen; dies lässt sich nur dadurch erklären, dass die Thonerde gewissermassen die Kieselsäure oder eine Si -Molekülgruppe vertritt. Die Strukturformel der zwei Fundamentalverbindungen der Melilithgruppe wird dementsprechend aufzufassen:

Äkermanit-Sil.



Gehlenit Sil.



¹⁾ Groth, Tabel. Uebers. d. Min., Seite 93.

Die Analysen No. 131, 143, 149, 151—153, 155, 157, 159—161, 163, 178—179 *a—b*, 180—185 sind an der Bergschule zu Stockholm (cfr. «Schlackenstudien, I») und No. 146, 156, 179 *d—e* an dem metallurgischen Laboratorium zu Kristiania ausgeführt worden; No. 129—130, 132, 134—141, 144—145, 147—148, 150, 158 (Fouqué) und 162, 164, 165 (Bauerman) sind der vorhandenen Literatur entnommen; No. 166—177, 186—190 sind synthetisch dargestellte Schmelzproducte, den Åkerman'schen Serien gehörend, und No. 154, *a—b* einige von mir an dem metallurg. Lab. zu Kristiania synthetisch dargestellte Producte.

Die Analyse No. 129, 136, 138, 145 («Melilith») und No. 162, 164 («Gehlenit»), vielleicht noch mehrere Melilith-Analysen aus der älteren Literatur, beziehen sich auf die frei ausgepflückten Krystalle, die wohl übrigens alle ziemlich stark von fremden Beimengungen (Monosulfid, Glas, eventuel Spinell usw.) verunreinigt gewesen sind; die übrigen Analysen dagegen gelten für die durchschnittlichen Schmelzmassen (die ursprünglichen Magmata).

No. 133, 142, 146, 149, 152—157, 159—161, 163, 166—183, 185—190 nebst vielen anderen, nicht analysirten Schlacken sind von mir mikroskopisch untersucht.

Das Monosulfid ist überall, wo nichts anderes angemerkt worden ist, als CaS berechnet, obwohl es in mehreren Fällen aus $(Ca, Mn)S$, $(Mn, Ca)S$ oder FeS besteht.

Hohofenschlacken von:

- No. 129. La Providence (Percy, l. c.).
- « 130. Dowlais in England (Berthier, Chimie minérale II, Seite 227, cfr. A. Gurlt, Pyrogenete künstliche Mineralien, 1857).
- « 132. Wednesbury-Oak, England (Percy).
- « 134. Dudley, England (Berthier, cfr. Gurlt).
- « 135. Königshütte, Schlesien (Karsten, cfr. Gurlt).

No. 136, 138, 140, 144, 145. Dudley (Percy).

« 137. Weiks, England (Berthier, cfr. Gurlt).

« 139. Bettingen, Deutschland (Bothe, l. c.). Die Krystalle gemessen.

« 141. Zizenhausen, Deutschland (Leonhard, Hüttenerzeugnisse usw.).

« 147. Jason bei St. Étienne (Berthier, cfr. Gurlt).

« 148. Heinrichshütte bei Hettingen, Deutschland (B. Kerl, Allgem. Hüttenkunde, 1879, Seite 397).

« 150. Hörde, Deutschland, (B. Kerl, do.).

Bei sämtlichen diesen der älteren Literatur entnommenen Analysen findet es sich von den verschiedenen Autoren angegeben, dass die betreffenden Schlacken «Melilith» oder «Humbolttilith», im allgemeinen in sehr schön entwickelten Krystallen, geführt haben.

No. 131. Dowlais, 1879 (von J. J. de Elia analysirt, Stockholms Bergschule).

No. 133. Oberhausen, Deutschland (von Professor A. Ledebur, Freiberg, analysirt; Material mir an der Berg-academie zu Berlin überlassen). Ca. 1.5-cm. breite und 0.5-cm. dicke Melilithkrystalle (zonal aufgebaut); später theils Olivin, theils ein monosymmetrisches Mineral ??).

No. 142. Lokalität unbekannt (an Berliner Berg-academie analysirt). — Zonaler Aufbau: zuerst isotroper, später opt. neg. Melilith, cfr. Fig. 11, a.

No. 143. Fletscher furnace, Pennsylvanien (L. M. Lindberg, Stockholm).

No. 149. Dowlais, 1879 (K. A. Lagerkvist, Stockholm).

No. 151. Govan bei Glasgow, 1886 (E. Sjöstedt, Stockholm).

No. 152. Finedon (C. G. Särnström, Stockholm).

No. 153. Coldness bei Glasgow, 1879 (P. S. Lindner, Stockholm).

No. 154, *a* & *b*. Schmelzproducte in Fletscher-Ofen (eingewogen 200—210 gr.) an dem metallurg. Lab. zu Kristiania dargestellt (um das Eisen als Oxydul zu erhalten wurden FeO -reiche Schlacken von bekannten Zusammensetzungen, nämlich Rohschlacken und Konzentrationsschlacken, als Material gewählt und mit verschiedenen Gemengtheilen von reinem Kalkspath zusammengeschmolzen; ein ganz wenig FeO wurde während der Schmelzung zu Fe_2O_3 oxydirt, deswegen etwas Magnetit ausgeschieden).

No. 156. Schisshyttan, Schweden (H. Holmsen, Kristiania). Cfr. Seite 16 und Fig. 11, *b*. Zonaler Aufbau: zuerst opt. isotroper, später opt. neg. Melilith. — Zum Schluss Olivin (Fig. 12).

No. 155. Von den Demidoff'schen Eisenwerken, Russland, 1879 (T. W. T. Olán, Stockholm).

No. 157. Hohofen bei Lake superior (P. Larsson, Stockholm). — Opt. neg. Mikrolithe, cfr. Fig. 6.

Hohofenschlacken mit der opt. *positiven* Melilithvarietät:

No. 146. Königin-Maria-Hütte bei Zwickau, Sachsen, 1884, bei etwas unreinem Betriebe gefallen. (J. C. Andresen, Kristiania). Cfr. Fig. 7 und unter «Glimmer», Seite 90—94.

No. 158. Sainte-Nazaire, Frankreich (von F. Fouqué beschrieben, l. c.). — Die Analyse bezeichnet approximativ die Zusammensetzung des ausgeschiedenen Minerals.

No. 159. Domnarfvet, Schweden, 1879 (C. G. Särnström, Stockholm).

No. 160. Dådran, Schweden, 1872 (J. G. Clason, Stockholm).

Hohofenschlacken, wo zuerst das Zwischenglied (*Typus* No. 179, *e*) zwischen Åkermanit und der opt. *positiven* Melilith-

varietät ausgeschieden worden ist. (Sämmtliche Schlacken sind von Schweden und an der Bergschule zu Stockholm analysirt).

No. 178. Degerfors, 1879 (C. G. Särnström).

No. 179, *a, b, c*. Sandviken, von resp. 1870, 1885, 1885 (*b* und *c* von J. Ericson analysirt).

No. 180. Hofors, 1867 (I. H. Forsmann).

No. 181. Löfsjöen, 1871 (E. Barnekow).

No. 182. Molnebo, 1866 (I. Edberg).

No. 183. Forsbacka, 1879 (Isæus & Lejonhjelm).

No. 184. Långshyttan, 1884 (C. G. Särnström).

No. 185. Långshyttan, 1879 (C. G. Dahlerus).

Analysen von Hohofen-Schlacken, wo zuerst **ein Glied der Melilithgruppe** ausgeschieden ist.
 (* bezeichnet Analyse, der älteren Literatur entnommen).

	No. 129 *	No. 130 *	No. 131	No. 132 *	No. 133	No. 134 *	No. 135 *	No. 136 *
SiO_2	45.59	43.2	41.66	42.06	39.45	40.6	39.60	39.52
Al_2O_3	11.88	12.0	10.57	12.93	10.70	16.8	12.60	15.11
CaO	38.20	35.2	41.70	32.53	36.42	32.2	42.04	32.52
MgO	0.91	4.0	0.51	1.06	2.34		4.30	3.49
MnO			Spur	2.26	1.95		Spur	2.89
FeO	1.11	4.2	1.28	4.94	6.04	10.4		2.02
K_2O			0.62 ¹⁾	2.69	1.79			1.06
CaS	1.76		3.22	1.03	1.05		1.46	2.15
Sum	99.45	98.6	99.81	99.50	99.74	100.0	100.00	98.76
Sauerstoffverh.	1.43	1.27	1.27	1.20	1.14	1.12	1.12	1.11
$CaO : (Mg, Mn, Fe)O$	9.47 : 0.53	8.0 : 2.0	9.61 : 0.39	8.11 : 1.89	7.30 : 2.70	8.0 : 2.0	9.23 : 0.77	7.90 : 2.10

¹⁾ + 0.25 % Na_2O .

	No. 137*	No. 138*	No. 139*	No. 140*	No. 141*	No. 142	No. 143	No. 144*
<i>SiO₂</i>	40.3	37.91	38.41	38.76	38.34	35.54	38.68	37.63
<i>Al₂O₃</i>	14.0	13.01	14.19	14.48	21.22	9.10	17.36	12.78
<i>CaO</i>	35.0	31.43	39.75	35.68	29.20	34.05	39.45	33.46
<i>MgO</i>	5.7	7.24	1.46	6.84	2.44	5.36	1.12	6.64
<i>MnO</i>	1.9	2.79	Spur	0.23		10.37	0.06	2.64
<i>FeO</i>	1.6	0.93	2.65	1.18	1.98	0.11	0.85	3.91
<i>K₂O</i>		2.60	2.27 ¹⁾	1.11	1.10			1.92
<i>CaS</i>		3.65	0.92	0.98	0.04	4.75	3.09	0.68
Sum	98.5	99.56	100.13	99.26	94.32	99.28	100.61	99.66
Sauerstoffverh.	1.10	1.08	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.01
<i>CaO</i> : (<i>Mg, Mn, FeO</i>)	7.08 : 2.32	7.11 : 2.89	9.07 : 0.93	7.77 : 2.23	8.54 : 1.46	6.86 : 3.14	9.46 : 0.54	6.99 : 3.01

¹⁾ + 0.38 % *Fe₂O₃*, 0.10 % *P*.

	No. 145*	No. 147*	No. 148*	No. 149	No. 150*	No. 151	No. 152	No. 153
SiO_2	38.05	36.6	36.37	34.32	34.26	35.58	34.85	30.08
Al_2O_3	14.11	18.4	15.36	12.11	15.60	17.33	19.32	15.13
CaO	35.70	34.6	38.09	42.19	38.13	36.33	41.65	35.46
MgO	7.61	4.8	5.51	2.82	2.56	7.49	2.30	12.33
MnO	0.40		1.85	4.17	3.52	2.30	0.31	0.59
FeO	1.27	2.0		0.26	1.00	0.27	0.26	0.47
K_2O	1.85	2.2		0.32	2.04			
Na_2O				1.14				
CaS ,	0.82		2.32 ¹⁾	3.33	2.43	0.59		5.72
Sum	99.81	98.6	101.50	100.66	99.54	99.89	98.69	99.78
Sauerstoffverh.	0.99	0.95	0.94	0.91	0.89	0.86	0.85	0.72
$\text{CaO} : (\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{O}$	7.49 : 2.51	8.07 : 1.93	8.06 : 1.94	8.30 : 1.70	8.43 : 1.57	7.44 : 2.56	9.19 : 0.81	6.62 : 3.38

¹⁾ + 2 % CaSO_4 .

Monosulfid,
6.5 % Spinell,
Melilith,
Olivin, Glas.

	No. 154, a	No. 154, b	No. 156	No. 155	No. 157	No. 146	No. 158	No. 159	No. 160
SiO_2	32.0	31.8	36.71	43.37	39.68	36.48	37.60	43.85	42.31
Al_2O_3	8.3	8.3	11.81	29.31	24.12	7.81	12.26	8.34	5.95
CaO	36.7	32.7	33.46	15.48	30.33	37.26	40.11	35.00	29.57
MgO	2.8	2.9	10.12	8.25	3.17	11.27	9.33	7.81	10.58
MnO			6.60	2.38	0.18	2.74		2.43	9.50
FeO	18.7	22.6	0.57	0.50	0.34	2.00	Spur	0.90	0.40
K_2O					0.48		Spur		0.37
Na_2O	1.5	1.5			0.62				0.56
MnS			3.21		$CaSO_4$	FeS 2.40			$CaSO_4$
Summe	100.00	99.8	102.47	99.29	99.66	99.96	99.30	98.33	99.58
Sauerstoffverh.	0.86	0.86	0.95	1.05	0.98	0.98	0.96	1.32	1.26
$CaO:(Mg,Fe,Mn)O$	6.6:3.4	6.0:4.0	6.42:3.58	5.28:4.72	8.62:1.38	6.57:3.43	7.54:2.46	7.30:2.80	5.72:4.38
	Später überall Olivin. — Bei No. 154 a & b Spur von Fe_2O_3 , deswegen Magnetit.			Glasige Schlacken, mit Melilit und Anorthit.		Später Glimmer.	Rest nur Glas. Opt. positives Melilitmineral.		

Analysen von Hohofenschlacken mit *Gehlenit-Mineral*, von:
 No. 161. Linthorpe bei Middlesbro, 1866 (S. Svedberg, Stockholm).

No. 162. Holzhausen in Hessen (Bunsen, Hausmann, l. c.).

No. 163. Clarence bei Middlesbro, 1879 (P. Johnsson, Stockholm):

No. 164. Dawes bei Oldbury (Percy, l. c.).

No. 165. Almond, England (Bauerman, l. c.).

Hohofenschlacken mit **Gehlenit-Mineral**.

	No. 161	No. 162*	No. 163	No. 164*	No. 165*
SiO_2	35.10	32.22	31.40	28.32	28.59
Al_2O_3	27.35	27.81	22.32	24.24	22.32
CaO	28.14	17.35	30.92	40.12	36.76
MgO	7.04	5.57	10.02	2.79	7.78
MnO	0.24	2.67	0.96	0.07	0.50
FeO	0.75		0.03	0.27	0.37
K_2O		3.05	0.12	0.64	0.21
Na_2O		11.30	0.17	0.26 ¹⁾	0.40
CaS	(Viel)		3.85	3.38	3.25
Summe	98.62	99.97	100.79	100.09	100.21
Sauerstoffverh.	0.79	0.71	0.71	0.62	0.61
$\text{CaO} : (\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{O}$	7.26 : 2.74	6.4 : 3.6	6.76 : 3.24	9.07 : 0.93	7.61 : 2.39
	Monosulfid, 2 % Spinell, Gehlenit, Olivin, Glas.	Ausge- pflückte Krystalle.	Monosulfid, 8 % Spinell, Gehlenit, Olivin, Glas.	¹⁾ Ca SO_4 . Ausge- pflückte Krystalle.	Monosulfid, 5 % Spinell, Gehlenit.

In No. 169—170 Melilith in winzigen, aber scharf begrenzten quadratischen Tafeln mit den charakteristisch blauen Interferenzfarben. — No. 166—169, mit einem fremden, nicht bestimmbar Mineral, werden in einem späteren Abschnitt, über das Zerfallen der basischen, stark CaO -reichen Schlacken, näher beschrieben.

Schmelzmassen von den Åkerman'schen Schmelzserien.

		CaO-Al ₂ O ₃ -1.0-Silikate.				
Åkermans No.	CCXXXI	6	12	5	4	
No.	166	167	168	169	170	
SiO ₂	36.69	37.17	37.67	38.10	38.92	
Al ₂ O ₃	6.99	9.84	12.38	14.64	18.47	
CaO	53.43	50.23	47.32	44.75	40.29	
MgO	2.01	1.90	1.79	1.68	1.52	
MnO	0.19	0.18	0.17	0.16	0.14	
FeO	0.65	0.62	0.60	0.58	0.55	
Na ₂ O	0.04	0.06	0.07	0.08	0.11	
Summe	100.00	100.00	100.00	99.99	100.00	
Sauerstoffverhältniss	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	
R : Al ₂	9.37 : 0.63	9.09 : 0.91	8.82 : 1.18	8.57 : 1.43	8.11 : 1.89	
			Ca. 10—20 % Melilith.		Ca. 5 % Melilith, Rest Glas.	
			Melilith fraglich, in kleinen Skeletten mit blauen Interferenzfarben.			
			Dabei ein anderes Mineral mit lebhaften Interferenzfarben.			

Schmelzmassen von den Åkerman'schen Schmelzserien.

Åkermans No. . . .	CaO-Al ₂ O ₃ -0.7-Silikate.					CaO-Al ₂ O ₃ -0.5-Silikate.	
	CCXXXVII 171	CCXXXVIII 172	CCXXXIX 173	CCXXXVI 174	CCXXX 175	CCXXXIX 176	CCXL 177
SiO ₂	30.27	31.01	31.61	32.13	32.35	25.97	26.31
Al ₂ O ₃	16.50	20.87	24.48	27.51	28.84	35.66	38.33
CaO	50.46	45.56	41.53	38.14	36.64	36.22	33.33
MgO	1.91	1.73	1.57	1.44	1.39	1.37	1.27
MnO	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12
FeO	0.59	0.55	0.52	0.49	0.48	0.44	0.42
Na ₂ O	0.09	0.12	0.14	0.16	0.17	0.21	0.22
Summe	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Sauerstoffverhältniss	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50
R:Al ₂	8.57 : 1.43	8.11 : 1.89	7.69 : 2.31	7.32 : 2.58	7.14 : 2.86	6.67 : 3.33	6.32 : 3.68
% Gehlenit	Wie No. 166—168, cfr. später.	95—99 Nichts oder Spur von Spinell(?).	20—40	20—30	4—10	ca. 50	5—10
% Glas			80—60	80—70	96—90	ca. 50	95—90

Analysen von Hohofenschlacken, wo zuerst das *Zwischenglied* (Typus No. 179, e) zwischen *Akernunit* und der opt. positiven *Meläthvarietät* ausgeschieden worden ist.

	No. 178	No. 179, a	No. 179, b	No. 179, c	No. 180	No. 181	No. 182	No. 183	No. 184	No. 185
<i>SiO₂</i>	49.60	47.72	46.91	46.01	46.32	46.86	45.92	43.51	45.15	46.50
<i>Al₂O₃</i>	8.67	3.37	4.23	4.34	4.57	6.92	6.50	3.92	5.14	12.90
<i>CaO</i>	32.60	37.52	34.64	32.93	34.05	33.37	31.85	40.82	36.85	32.07
<i>MgO</i>	7.72	8.73	9.83	11.46	10.25	9.70	7.82	5.80	10.26	6.75
<i>MnO</i>	0.49	1.75	3.54	4.72	2.68	1.11	5.31	3.22	2.24	0.58
<i>FeO</i>	0.64	0.50	0.80	0.87	0.52	0.89	2.85	0.78	0.29	0.90
<i>CaS</i>					0.76	0.96		0.63 ¹⁾		
Summe	99.72	99.59	99.95	100.33	99.15	98.81	99.75	99.12	99.93	99.70
Sauerstoffverh.	1.59	1.56	1.49	1.42	1.48	1.46	1.42	1.38	1.37	1.36
<i>CaO</i> : (<i>Mg, Mn, Fe</i>) <i>O</i>	7.39 : 2.61	7.29 : 2.71	6.69 : 3.31	5.79 : 4.21	6.69 : 3.31	6.88 : 3.12	6.47 : 3.53	7.79 : 2.21	6.93 : 3.07	7.51 : 2.49
	Viel Augit, Glas.	Viel Augit, Glas.	Augit, Glas.		Spur von Augit, Glas.	Nur Glas.	Wenig Augit, Glas.	¹⁾ + 0.28% <i>K₂O</i> , 0.46% <i>Na₂O</i> . Zonaler Aufbau, cfr. Fig. 10. Augit.		Später Augit (?).

Schmelzmassen von den Äkerman'schen Schmelzserien,
Äkermanit enthaltend.

		<i>CaO-MgO</i> _{1.5} -Silikate.						
Äkermans No.		CLIX	CLX	CLXIII	XXXIX		38	28
No.		106	186	187	188		189	190
<i>SiO</i> ₂		46.41	46.68	46.85	47.1		47.88	42.6
<i>CaO</i>		42.04	40.24	39.13	37.8		35.23	41.0
<i>MgO</i>		10.02	11.51	12.43	13.5		11.19	14.7
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃		0.60	0.62	0.64	0.7		4.99	0.7
<i>MnO</i>		0.15	0.14	0.14	0.1		0.13	0.1
<i>FeO</i>		0.78	0.80	0.81	0.8		0.54	0.9
<i>NaO</i> ₂							0.04	
Summe		100.00	100.00	100.00	100.00		100.00	
Sauerstoffverhältniss		1.50	1.50	1.50	1.50		1.50	1.25
<i>CaO</i> : <i>MgO</i>		7.50 : 2.50	7.14 : 2.86	6.92 : 3.08	6.67 : 3.33		6.92 : 3.08	6.67 : 3.33
		Nebst hexag. <i>CaSiO</i> ₃ .					Augit gleich- zeitig, Glas.	
		Zuerst 70—80 % Äkermanit, später ganz wenig Augit Glas.					Später Olivin.	

Anorthit.

Ueber die verschiedenen Darstellungsmethoden der Feldspäthe verweisen wir auf die Uebersichtsarbeiten von F. Fouqué und Michel Lévy und von L. Bourgeois. Nur werden wir hier kurz recapitulieren, dass den umfassenden Experimenten von F. Fouqué und Michel Lévy zufolge, der Orthoklas auf feurigem Wege in Silikat-Schmelzflüssen sich nicht reproducirt; wie es sich in dieser Beziehung mit Albit verhält, mag etwas fraglich sein; dagegen krystallisiren die Kalk-Natron-Plagioklase (Oligoklas, Labrador) und besonders der reine Kalk-Plagioklas (Anorthit) sehr leicht aus den Silikat-Magmata. Bekanntlich glauben F. Fouqué und Michel Lévy aus ihren Experimenten den Schluss ziehen zu können, dass die übrigen Zwischenglieder der Tschermak'schen Plagioklas-Reihe in directem Schmelzfluss sich nicht individualisiren.

Bei meinen eigenen Untersuchungen habe ich bis jetzt nur mit Schmelzflüssen gearbeitet, die ganz oder beinahe ganz frei von Alkali sind; deswegen können wir hier keine neue Erläuterungen über die Bildung der Alkali- und Kalk-Natron-Feldspäthe liefern. Aus den folgenden Untersuchungen ergeben sich nur einige Beiträge zu den Gesetzen der Bildung des Anorthits, besonders in Relation zu den Bedingungen für die Ausscheidung der Melilithmineralien.

Der in den Schmelzproducten No. 191—198 und 200—201 der Åkerman'schen Serien ausgeschiedene Anorthit wird durch die folgenden Kriterien gekennzeichnet: Das Mineral erscheint überall in polysynthetischen, dem Albitgesetze folgenden Zwillingen, die bei den grösseren Individuen im allgemeinen aus ca. 4—7, bei den kleineren nur aus ca. 2—4 Lamellen bestehen. Die Krystalle — wie auch die

Krystallskelette — sind immer leistenförmig, $\neq \infty \check{P}\infty$, entwickelt, und diese Fläche ist auch in den meisten Fällen gut und scharf ausgebildet; OP ist auch sehr oft an den fertigen Krystallen zu guter Entwicklung erlangt, während dagegen die Leisten an den beiden Enden im allgemeinen unregelmässig verlaufen; nur selten lässt sich hier eine krystallographische Begrenzung, ∞P , wahrnehmen.

Spaltbarkeit $\neq \infty \check{P}\infty$ und OP . Die Auslöschungsschiefe gegen $\infty \check{P}\infty$ der ungefähr $\neq OP$ getroffenen Leisten beträgt ca. $\div 37^\circ$ (Messungen an den polysynthetischen Zwillingen in den verschiedenen Präparaten ergeben z. B. $38 \ \& \ 37^\circ$, $38 \ \& \ 36^\circ$, $36 \ \& \ 34^\circ$, $35 \ \& \ 35^\circ$, usw.), — und in den tafelförmigen, $\neq \infty \check{P}\infty$ verlaufenden Schnitten ist die Auslöschungsschiefe gegen OP in mehreren Präparaten zu ca. $\div 35^\circ$ bestimmt worden.

Die Interferenzfarben sind nicht sehr lebendig, erreichen nämlich in den sehr dünnen Präparaten nur das «hellgelb bis braungelb» der ersten Ordnung (unter gekreuzten Nicols indigoblau). — Die Farben sind etwas stärker in den leistenförmigen ($\neq OP$) als in den tafelförmigen ($\neq \infty \check{P}\infty$) Projectionen.

Diesen Beobachtungen zufolge dürfen wir unser Mineral unzweifelhaft als Plagioklas und zwar als Anorthit bestimmen; zum Ueberfluss wird die Diagnose auch dadurch bestätigt, dass die Ausscheidungen überall in Magmata, die nicht sehr weit von der Zusammensetzung des Anorthits ($CaAl_2Si_2O_8$) abweichen, stattgefunden haben. — Die vorliegenden Schmelzmassen enthalten immer ganz wenig, nur etwa 0.15—0.25 % Na_2O^* ; die Glieder der Bytownit- und Labradorreihen könnten sich somit nicht individualisiren.

^{*}) Kali fehlt in einzelnen Magmata gänzlich, in anderen dagegen erreicht der Gehalt ca. 1 %.

In den meisten Präparaten (No. 192—196, 198, 200) liegt unser Mineral in beinahe ganz fertigen Krystallen (Fig. 15, *a*) vor; in anderen dagegen, und zwar besonders schön in No. 191, findet sich gelegentlich hie und da neben den gut entwickelten Krystallen auch Wachstumsformen und Skelette, die ein besonderes Interesse beanspruchen, weil die skelettförmigen Stadien der Plagioklase kaum früher beschrieben worden sind. — Die Diagnose und der Aufbau wird am einfachsten durch die Serie No. *a*—*g*, Fig. 15 (nach No. 191 gezeichnet) der ungefähr $\pm OP$ getroffenen Schnitte erleuchtet: No. *a* stellt die normale, völlig entwickelte Anorthitleiste dar; bei No. *b* sind die Zwillinglamellen an dem einen Ende etwas gegabelt und gebogen; bei No. *c* und *d* tritt diese Gabelung an den beiden Enden der Leisten auf, und sie ist auch etwas weiter fortgeschritten; bei No. *e* und *f* ist die Gabelung noch mehr hervortretend, von den Zweigen der ersten Ordnung trennen sich kleinere Zweige der zweiten Ordnung ab, von diesen wiederum noch kleinere Zweige usw., und nur in der Mitte des Gesamtindividuums ist eine kleine compacte Anorthitleiste zu entdecken; bei No. *g* endlich ist auch dieser Rest verschwunden, und das ganze Gesamtindividuum besteht nur aus einem feinen Netzwerk von Zwillinglamellen, die zum Schluss in einem regelmässigen Bogen enden. Die einzelnen Tafelchen, die im allgemeinen aus je zwei und zwei Lamellen bestehen, sind von einander durch eine ganz schwache Glas- hülle getrennt. — Selbst in den feinsten Geweben ist der polysynthetische Zwillingaufbau und die schon bekannten Auslöschungsschiefen zu constatiren.

Bei den vorliegenden Schmelzproducten der Åker- man'schen Serien sind die physikalischen Bedingungen bei der Erstarrung beinahe absolut identisch gewesen; sämtliche Proben sind im Tiegel, in einer Zeit von etwa einer

Stunde, abgekühlt worden. Wir können somit hier die Einwirkung der verschiedenen chemischen Factoren auf die Individualisation des Minerals in den Details nachspüren, und zwar ergibt die Untersuchung, dass nicht nur die Menge der ausgeschiedenen Anorthite, sondern vielleicht noch mehr die Grösse der Individuen abnimmt, je mehr die chemische Zusammensetzung der ursprünglichen Mutterlauge sich von derjenigen des Minerals unterscheidet. — Unter den $CaO-Al_2O_3$ -1.00 Silikaten No. 191—196 stimmt das Al_2O_3 -reichste und umgekehrt CaO -ärmste, nämlich No. 191 ($Al_2 : Ca = 1 : 1.13$ statt $1 : 1.00$), annähernd mit Anorthit überein; hier sind auch mindestens etwa zwei Drittel oder drei Viertel in Anorthit umgebildet, und die Individuen erreichen eine Grösse von ca. 0.3—1 mm.; in No. 192, mit etwas weniger Al_2O_3 und mehr CaO , hat sich nur ungefähr die Hälfte in Anorthit umgebildet, die folgende Probe. No. 193, ist noch glasreicher, und No. 194—196 endlich können als Glas mit ziemlich spärlichen, etwa 2—6 % Anorthitleisten angesehen werden. — In No. 192 ist die Grösse der Individuen zu ca. 0.2—0.8 mm., in No. 193 zu ca. 0.2—0.5 mm. und endlich in No. 194—196 zu 0.05—0.1 mm. gesunken. — Bei noch höheren CaO - und noch niedrigeren Al_2O_3 -Gehalten scheidet sich in den Singulosilikat-Schmelzmassen, unter denselben physikalischen Bedingungen, nicht länger Anorthit, sondern dagegen Melilith aus, zuerst in spärlicher Menge und in winzigen Krystallen (No. 169—170), später in grösseren Quantitäten und ebenfals grösseren Individuen.

Ganz entsprechende Beobachtungen können wir auch aus den 0.7- und 0.5-Silikat-Schmelzmassen entnehmen: Unter den 0.7-Silikaten enthält No. 197 ($Si : Al_2 : Ca = 1.4 : 1 : 1$) ca. 60 % Anorthit in relativ sehr grossen Krystallen (Länge ca. 0.4—1 mm.); No. 198, mit etwas weniger Al_2O_3 und mehr CaO , ist beinahe ein ganz reines Glas, wo nur hie

und da einige ganz kleine Anorthitleisten zu beobachten sind; No. 203 und 204, mit noch weniger Al_2O_3 und noch mehr CaO , sind reine Gläser, ohne irgend welche krystallinische Aussonderungen; bei wiederum niedrigeren Al_2O_3 - und höheren CaO -Gehalten krystallisiren die Melilithminerale (Gehlenit), zuerst in geringer Menge und kleinen Individuen (No. 174 und 175) und später in Schritt für Schritt grösseren Mengen und gleichzeitig auch grösseren Individuen (No. 172—173).

Die 0.5-Silikaten: In No. 199, mit 47.11 % Al_2O_3 und 1.34 % $(Mg, Fe, Mn)O$, ist zuerst eine Unzahl kleiner Spinell-Oktaëder ausgeschieden worden, und später haben sich einige dünne Leisten*), die wahrscheinlich aus Anorthit bestehen, gebildet; No. 205 ist ein ganz reines Glas; in No. 177, mit noch mehr CaO , ist etwas und in No. 176, wiederum mit mehr CaO , ist ziemlich viel Gehlenit, individualisirt worden.

Die $CaO-Al_2O_3$ -1.50-Silikaten No. 201 und 202 sind reine Gläser, No. 201 jedoch mit ganz vereinzelter und sehr kleinen Anorthitleisten.

Zum Schluss dieses Abschnittes werden wir besonders hervorheben, dass Anorthit und ein Melilithmineral in den vorliegenden schnell abgekühlten Schmelzmassen nie alle beide in denselben Producten zur Individualisation erlangt sind; die zwei «Magmafelder» (cfr. die spätere graphische Darstellung) sind von einander durch eine intermediäre Serie als Glas erstarrter Schmelzproducte getrennt, wo die Krystallisation — des Thonerdegehaltes wegen — verzögert oder verhindert wurde.

In No. 196 findet sich in unbedeutender Menge und in ganz kleinen Krystallen dasselbe scheinbar rhombische Mineral, das wir früher in No. 166—169 nachgewiesen haben,

*) Weil die Bestimmung etwas fraglich sein möchte, werden wir später auf diese No. keine Rücksicht nehmen.

und das in einem späteren Abschnitt, «Ueber das Zerfallen der basischen und stark CaO -reichen Schmelzflüsse» näher besprochen werden wird.

Unter den vielen von mir mikroskopisch untersuchten Hohofenschlacken ist Anorthit nur zweimal nachgewiesen worden, nämlich in den glasigen, stark Al_2O_3 -reichen Singulosilikat-Schmelzmassen No. 155 und 157, wo in beiden Fällen Melilith über die ganze Masse ausgeschieden worden ist. — In No. 157 beobachtet man hie und da einige grössere krystallinische Aussonderungen, die sich als polysynthetisch zusammengesetzte Zwillinge, in Krystallskeletten (Länge ca. 0.5—2 mm.) wie an No. $f-g$, Fig. 15, erweisen; die Auslöschungsschiefe gegen $\infty \tilde{P} \infty$ der Zwillinglamellen beträgt in den ungefähr $\perp OP$ getroffenen Schnitten annähernd zu ca. $\div 37^\circ$ (einige Messungen ergaben $35 \ \& \ 40^\circ$, $32 \ \& \ 37^\circ$ usw.), und die Interferenzfarben entsprechen denjenigen der früher beschriebenen künstlichen Anorthite. — Die Einzelkrystalle und Zwillinge der langen und schmalen Leisten der No. 155 zeigen ebenfalls dieselben Interferenzfarben; Begrenzung $\infty \tilde{P} \infty . OP$, Auslöschungsschiefe gegen $\infty \tilde{P} \infty$ bis ca. $35-37^\circ$. — Diese freilich ziemlich spärlichen Kriterien sind jedoch so charakteristisch, dass unser Mineral als Anorthit bestimmt werden kann; die Diagnose wird endlich auch dadurch bestätigt, dass die Individualisation in CaO -reichen und Alkali-armen Singulosilikat-Schmelzmassen, die sich durch ausnahmsweise hohe Al_2O_3 -Gehalte auszeichnen, stattgefunden hat. — Der Schmelzfluss No. 157 entspricht in chemischer Beziehung ziemlich genau No. 195, wo die mineralogische Bestimmung des Anorthits unzweifelhaft ist, — und in No. 155 begegnen wir einem noch höheren Thonerdegehalt als in No. 157.

In den beiden Schlacken betragen die procentischen Mengen des ausgeschiedenen Meliliths und noch mehr des Anorthits nur ganz wenig, und es lässt sich leicht nachweisen, dass die Individualisation des einen Minerals nicht dadurch hervorgerufen worden ist, dass die Mutterlauge durch die Aussonderung des anderen Minerals in chemischer Beziehung verändert worden ist.

Schmelzmassen von den Åkerman'schen Schmelzserien, *Anorthit* enthaltend.

	<i>CaO-Al₂O₃-1.6-Silikate</i>							0.7-Silikate		0.6-Silikat
	XII	CXCII	II	IO	2	3		CCXXXV	CCXXXIII	
Åkermans No.	191	192	193	194	195	196		197	198	CCXLVI 199
<i>SiO₂</i>	43.15	41.86	40.93	40.34	39.86	39.56		34.64	33.67	27.46
<i>Al₂O₃</i>	33.39	31.94	28.34	25.44	23.00	21.63		42.47	36.70	47.11
<i>CaO</i>	20.56	23.25	28.92	32.27	35.06	36.66		21.40	27.86	23.82
<i>MgO</i>	0.93	1.03	1.09	1.22	1.32	1.38		0.81	1.06	0.91
<i>MnO</i>	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.13		0.08	0.10	0.09
<i>FeO</i>	0.75	0.75	0.46	0.48	0.50	0.51		0.35	0.40	0.34
<i>K₂O</i>	0.96	0.91								
<i>Na₂O</i>	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.13		0.25	0.21	0.27
Summe	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		100.00	100.00	100.00
Sauerstoffverh.	1.04	1.00	0.99	0.99	1.00	0.99		0.70	0.70	0.50
<i>R : Al₂</i>	5.61:4.39	6.00:4.00	6.67:3.33	7.14:2.86	7.50:2.50	7.69:2.31		5.00:5.00	6.00:4.00	5.00:5.00
	Wenig Glas. Grösse der Individuen ca. 0.3—1 mm.	Etwas Glas. Grösse der Individuen ca. 0.2—0.3 mm.	Viel Glas. Grösse der Individuen ca. 0.2—0.5 mm.	Ueberwiegend viel Glas. Grösse der Individuen ca. 0.05—0.1 mm. In. No. 194 in geringer Menge ein nicht bestimmtes Mineral (nicht Meliolith), cfr. No. 166—169.				Etwas Glas. Grösse der Individuen ca. 0.4—1 mm.	Beinahe reines Glas, mit ganz vereinzelnten, kleinen Anor- thitleisten.	Anorthit frag- lich. Isotrope Spinelle, Glas.

Schmelzmassen von den Äkerman'schen Schmelzserien.

<i>Anorthit</i> enthaltend.			Reines Glas.			
<i>CaO-Al₂O₃</i> -Silikate.	1.-Silikat.	1.5-Silikat.	1.5-Silikat.	<i>CaO-Al₂O₃</i> -0.7-Silikate.	0.5-Silikat.	
Äkermans No.	58	CLXXXIII 201	CLXXXII 202	CCXXXVII 203	CCXXXII 204	CCXLIII 205
No.	200	•				
<i>SiO₂</i>	45.54	51.10	51.91	32.55	32.93	26.61
<i>Al₂O₃</i>	26.06	23.39	26.40	30.09	32.30	40.61
<i>CaO</i>	25.65	22.95	19.17	35.25	32.78	30.87
<i>MgO</i>	1.09	0.98	0.85	1.34	1.24	1.17
<i>MnO</i>	0.09	0.08	0.07	0.13	0.12	0.11
<i>FeO</i>	0.72	0.70	0.70	0.47	0.44	0.40
<i>K₂O</i>	0.74	0.67	0.75			
<i>Na₂O</i>	0.15	0.13	0.15	0.17	0.19	0.23
Summe	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Sauerstoffverhältniss	1.20	1.50	1.50	0.70	0.70	0.50
<i>R : Al₂</i>	6.67 : 3.33	6.67 : 3.33	6.00 : 4.00	6.98 : 3.02	6.67 : 3.33	6.00 : 4.00
	Viel Glas. Grösse der Individuen ca. 0.1—0.2 mm.	Beinahe ganz reines Glas, mit vereinzelten Anorthitleisten.	Reines Glas, ohne irgend welche krystallinischen Aussonderungen.			

Granat.

Obwohl mehrere Forscher sich in den letzteren Jahren¹⁾ mit ziemlich ausgedehnten Untersuchungen über Schmelzproducte beschäftigt haben, deren chemische Zusammensetzungen beinahe ganz genau denjenigen der Granate entsprechen, ist die künstliche Bildung des Minerals in den Silikat-Magmata nur in äusserst spärlichen Fällen nachgewiesen worden; dagegen individualisirt sich der Granat, einer Arbeit von A. Gorgeu²⁾ zufolge, sehr leicht durch Schmelzung von Kieselsäure und Thonerde in Manganchlorür oder Calciumchlorid³⁾. — In reinen Silikat-Schmelzflüssen ist meines Wissens unser Mineral nur in den folgenden drei Fällen beobachtet worden: Fouqué und Michel Lévy⁴⁾ haben bei einem einzelnen Versuche gelegentlich Melanit (neben Nephelin) in ∞O -Krystallen erhalten, — L. Bourgeois hat⁵⁾ einmal im Schmelzfluss Spessartin (neben Hausmannit) dargestellt, bei einer Wiederholung des Experimentes krystallisirten dagegen andere Mineralien, — und endlich hat E. Hussak⁶⁾ in einer Hohofenschlacke von Eisenerz ein Mineral gefunden, das er, unter anderem des Auftretens in schönen Ikositetraedern wegen, mit Granat identificiren zu können glaubt, eine Annahme, die ich nach einer Untersuchung seiner Originalpräparate antrete. Die betreffenden,

¹⁾ Ueber die älteren, vielleicht fraglichen Angaben über die Darstellung des Granats auf feurigem Wege verweise ich auf die Uebersichtsarbeiten von F. Fouqué et Michel Lévy und von Bourgeois.

²⁾ Sur plusieurs productions artificielles de minéraux naturels obtenus à l'aide des chlorures métalliques. Ann. de chimie et de physique. 1885, T. IV, Seite 536 und 553.

³⁾ Das Chlor scheint hier eine Rolle als «agent minéralisateur» zu spielen.

⁴⁾ Comptes rendus. 1878. T. LXXXVII, Seite 961.

⁵⁾ Thèses etc. (l. c.) Paris, 1883.

⁶⁾ Tschermaks Min. Petrogr. Mitth. B. I, 1878.

stark glasigen Schlacken, die neben dem vermutheten Granat auch etwas Olivin führen, sind ziemlich basisch und enthalten neben CaO und Al_2O_3 relativ bedeutende Mengen von MgO und MnO^1); es ist deswegen anzunehmen, dass die RO -Base des Granats aus CaO mit ziemlich viel $(\text{Mg}, \text{Mn})\text{O}$ besteht. — In allen drei Fällen ist nur ein geringer Theil des Magmas zu Granat umgebildet worden; wir können auch hervorheben, dass reiner Kalk-Thonerde-Granat bis jetzt nicht im Schmelzfluss dargestellt worden ist.

Meinen eigenen Untersuchungen zufolge scheidet sich bei schneller Abkühlung in Schmelzmassen, die in chemischer Beziehung nur äusserst wenig von Kalk-Thonerde-Granat abweichen, — bei No. 194—196, $\text{Si} : \text{Al}_2 : \text{R} = 1 : 0.37 : 0.92$, $1 : 0.34 : 1.00$ und $1 : 0.32 : 1.06$, statt $1 : 0.33 : 1.00$, — nicht Granat, sondern dagegen, wenn der $(\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{O}$ -Gehalt des Magmas nur ganz wenig beträgt, Anorthit hinaus; die Hauptmasse erstarrt übrigens als Glas; bei höheren $(\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{O}$ -Gehalten krystallisirt Anorthit und Melilith gleichzeitig (No. 157 und 155), und in den CaO -reichen und $(\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{O}$ -führenden Schmelzflüssen mit etwas niedrigeren Thonerdegehalten (z.B. No. 141, 143, 151, 152, 170 usw.) wird überall Melilith individualisirt.

Ebenso wenig haben Des-Cloiseaux²⁾, Bourgeois³⁾ und Doelter und Hussak⁴⁾ bei der Umschmelzung von Almandin, Grossular, Melanit usw. irgend eine Granat-varietät erhalten, im Gegentheil, es haben sich immer andere

¹⁾ Eine Serie Schlackenanalysen von Eisenerz (cfr. Iron and Steel, 1888, I, Seite 315 und den Zusatz dieser Arbeit) ergeben neben 23—27 % CaO nicht weniger als 10—14 % MgO und 10—12 % MnO .

²⁾ Des-Cloiseaux. Manuel de Minéralogie. Paris, 1862. Seite 277, 543.

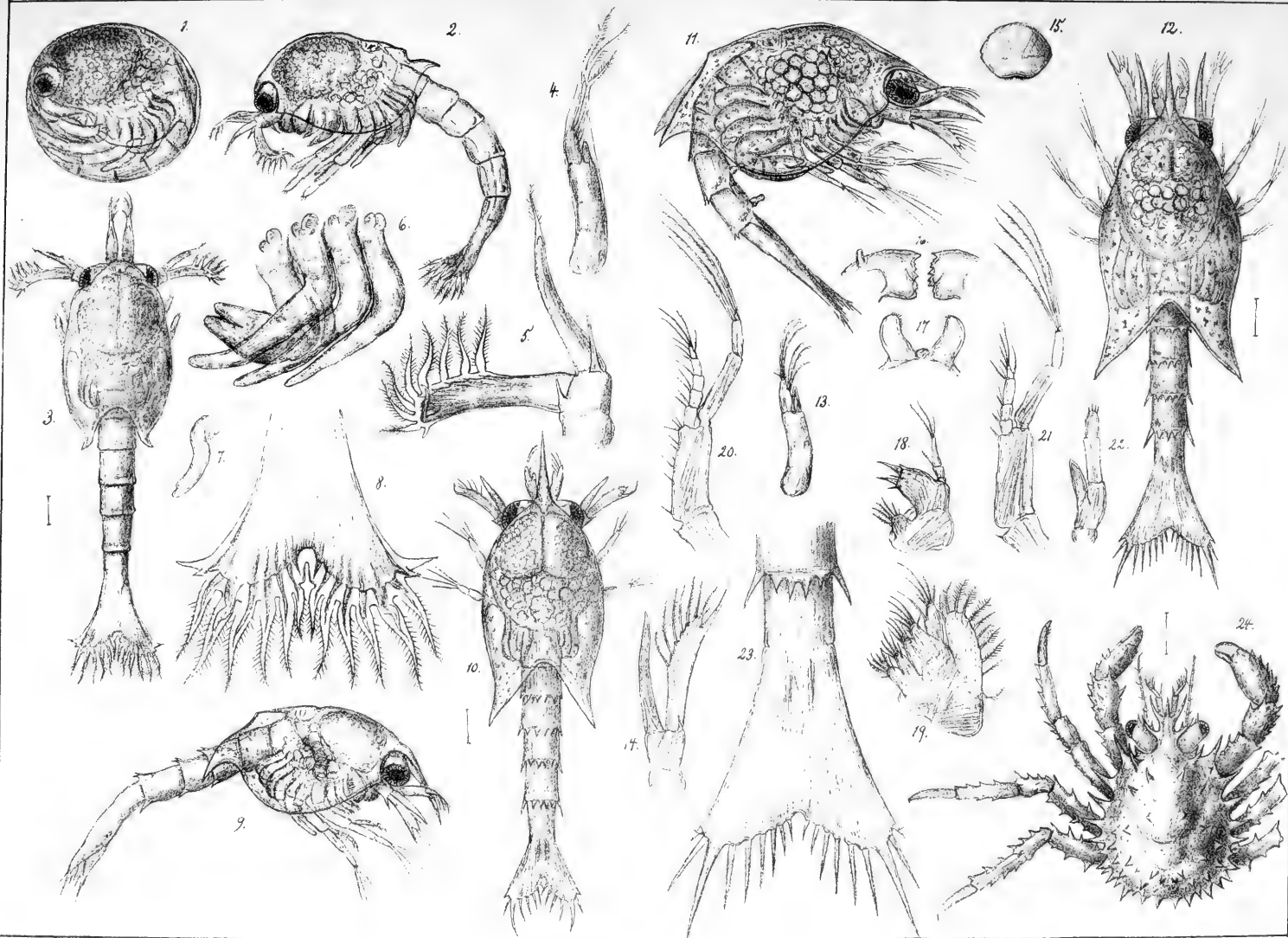
³⁾ Thèses etc. Paris, 1883.

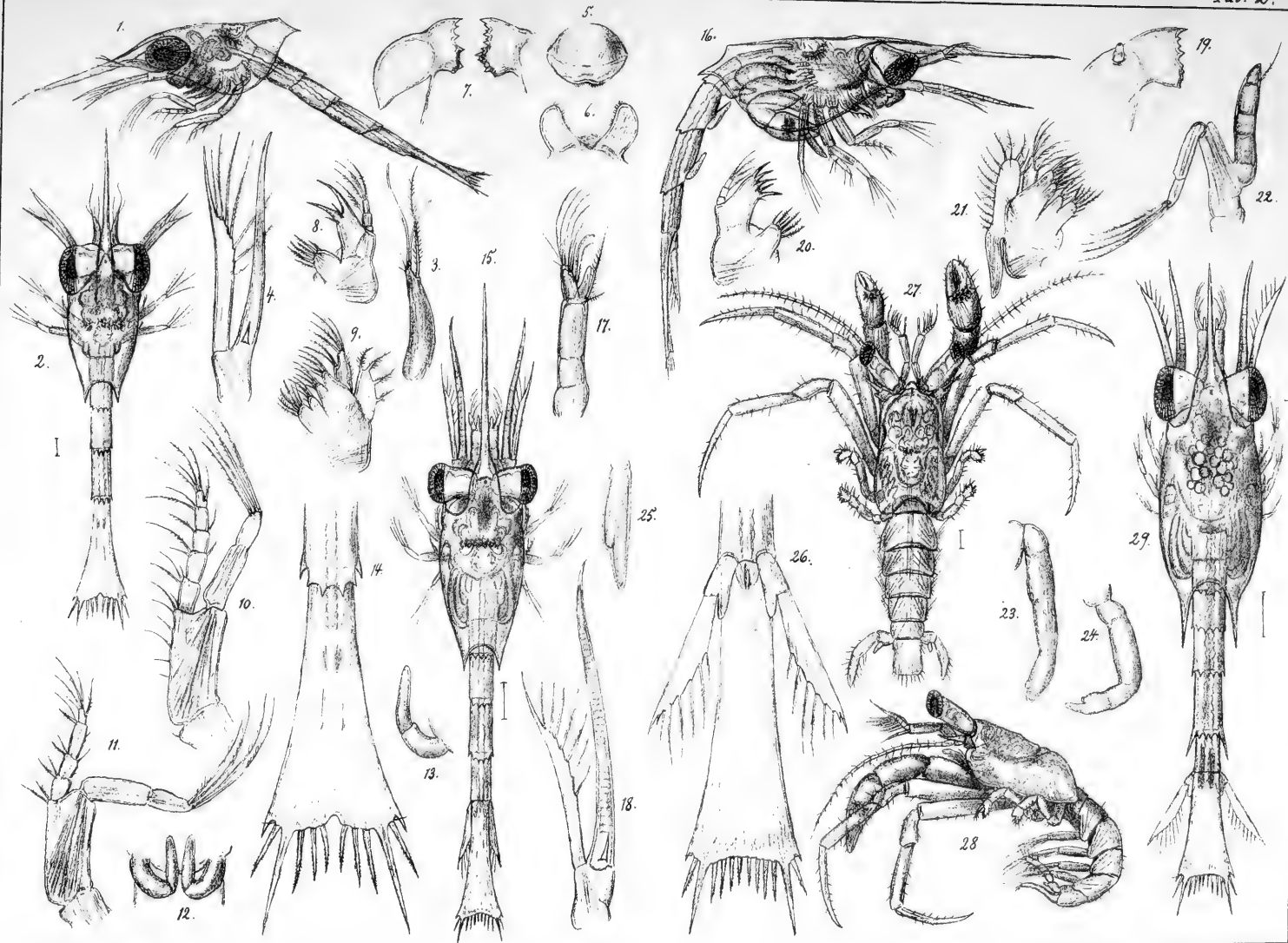
⁴⁾ Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal. 1884, I.

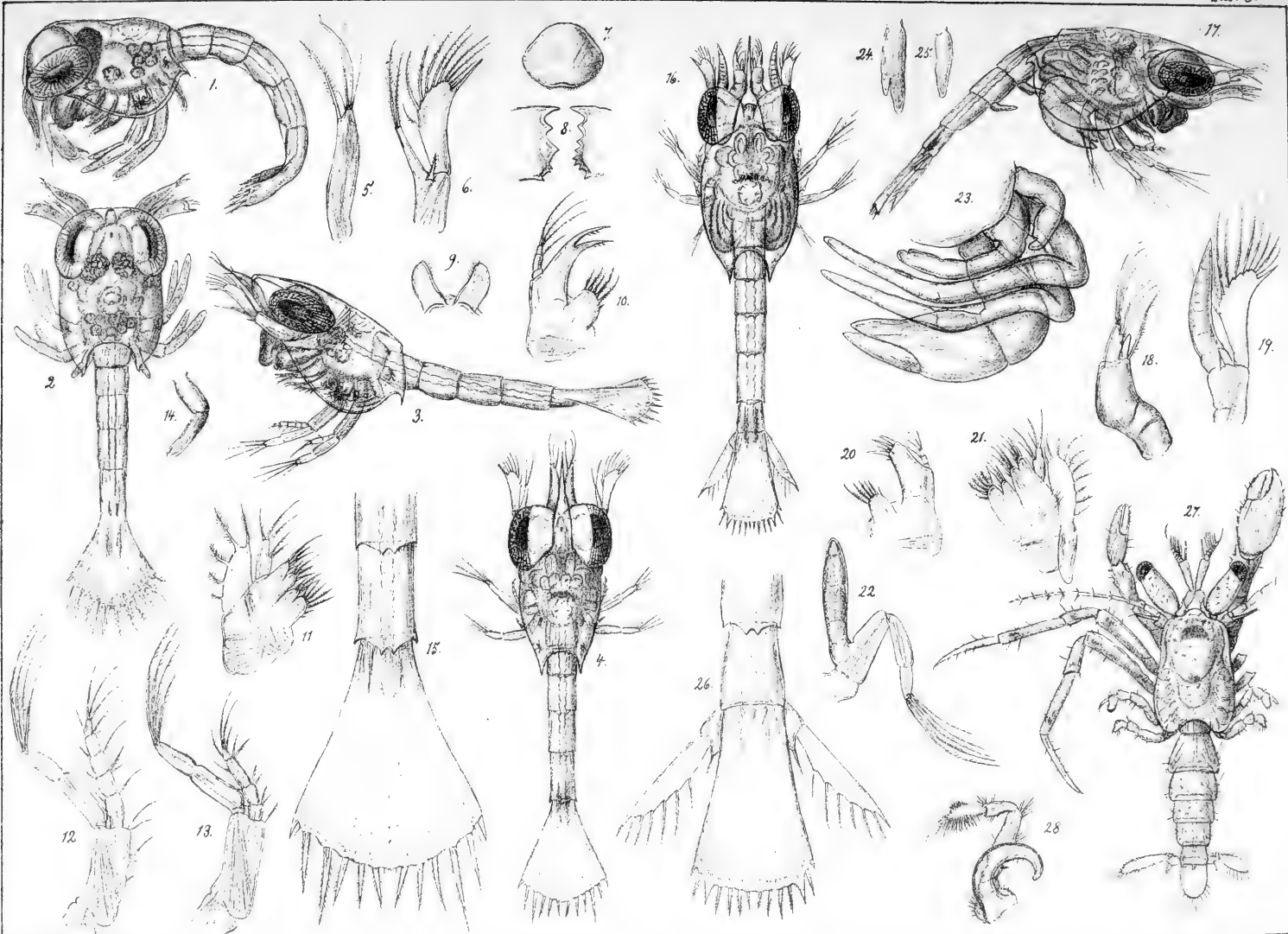
Mineralien gebildet (Melilith, Anorthit, gelegentlich mit Spinell, Magnetit, Eisenglanz usw.) — Zuzolge den später näher angegebenen Schemata über die Individualisation der Mineralien in den Silikat-Schmelzflüssen lässt sich leicht ableiten, in welche Mineralien die verschiedenen Granat-varietäten, je nach den wechselnden chemischen Zusammensetzungen, bei der Umschmelzung zerfallen müssen.

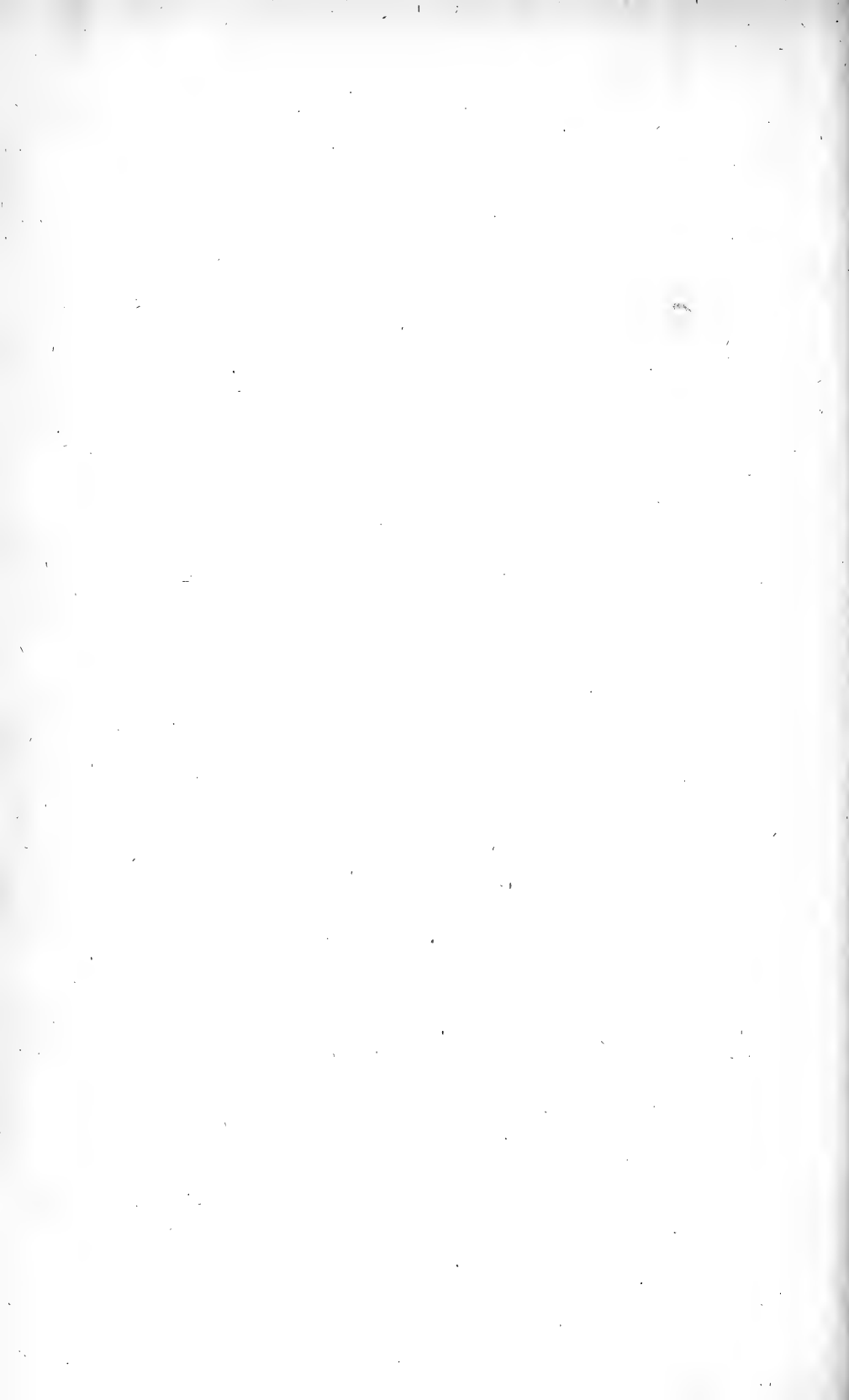
Es ergibt sich aus der obigen Uebersicht, dass Granat sich freilich auf feurigem Wege, ohne Einwirkung von irgend welchen «agents minéralisateurs», individualisieren kann, dass jedoch die Bildung nur unter exceptionel günstigen chemisch-physikalischen Bedingungen stattfindet.

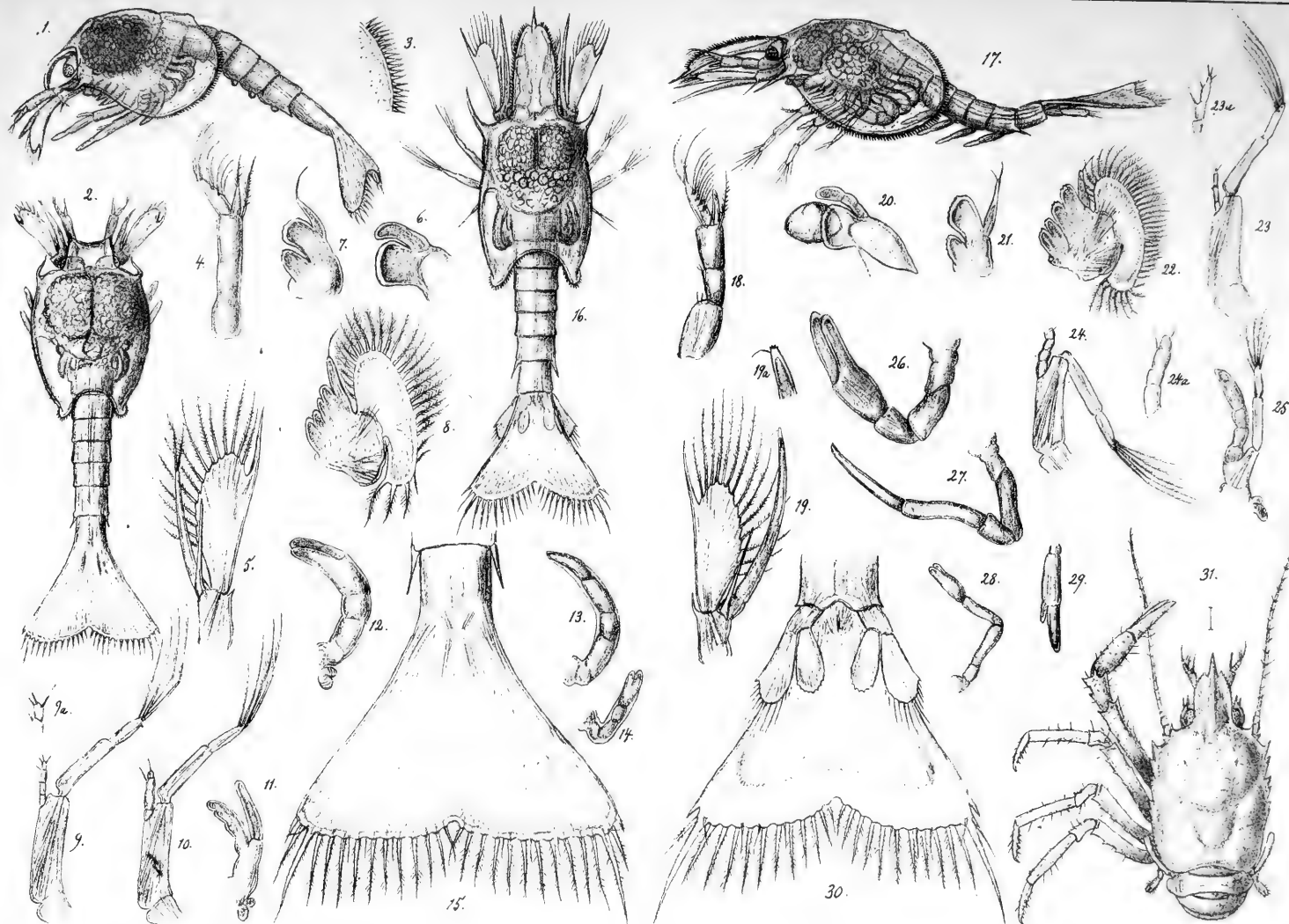
(Fortsetzung folgt).

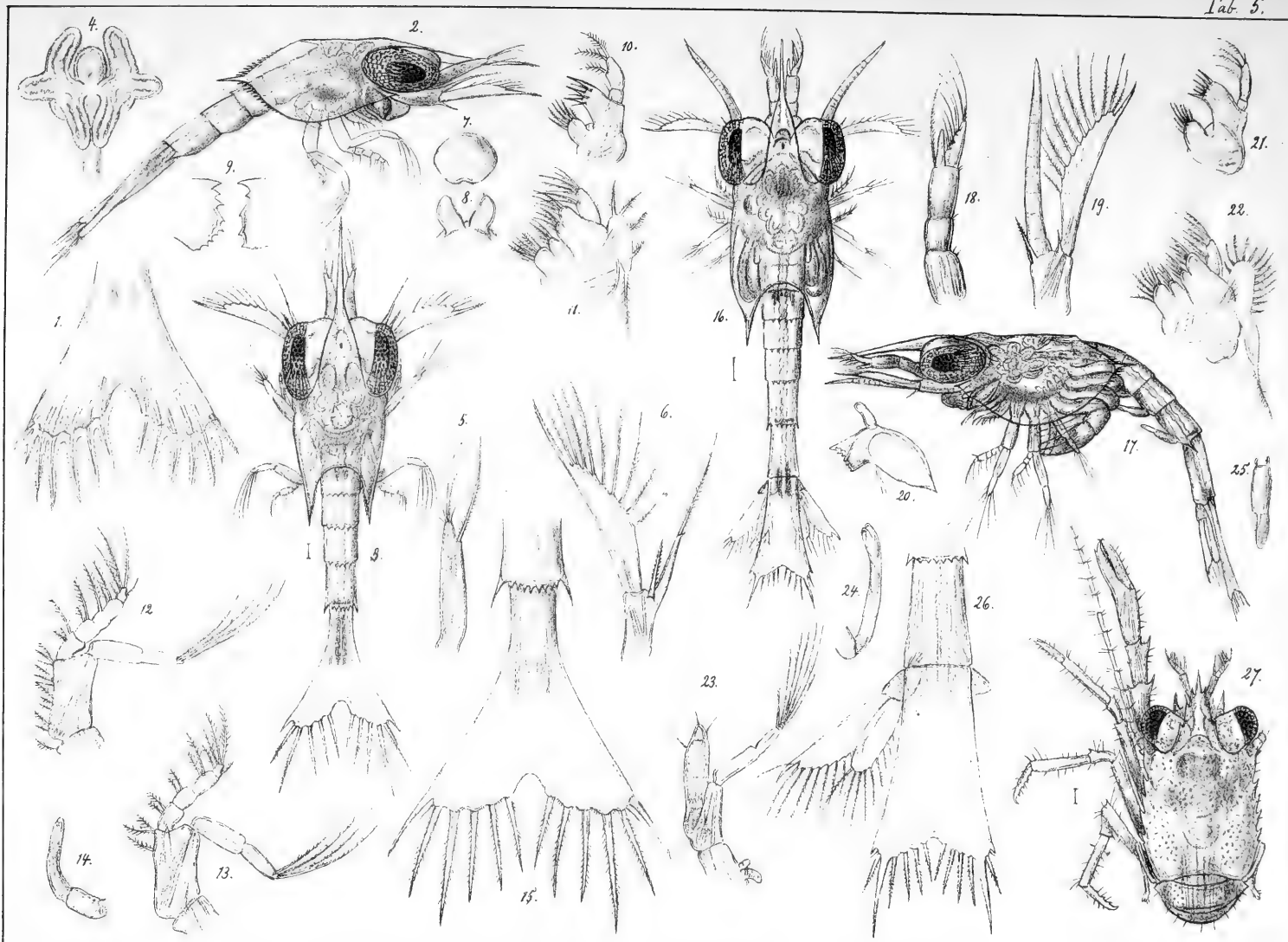








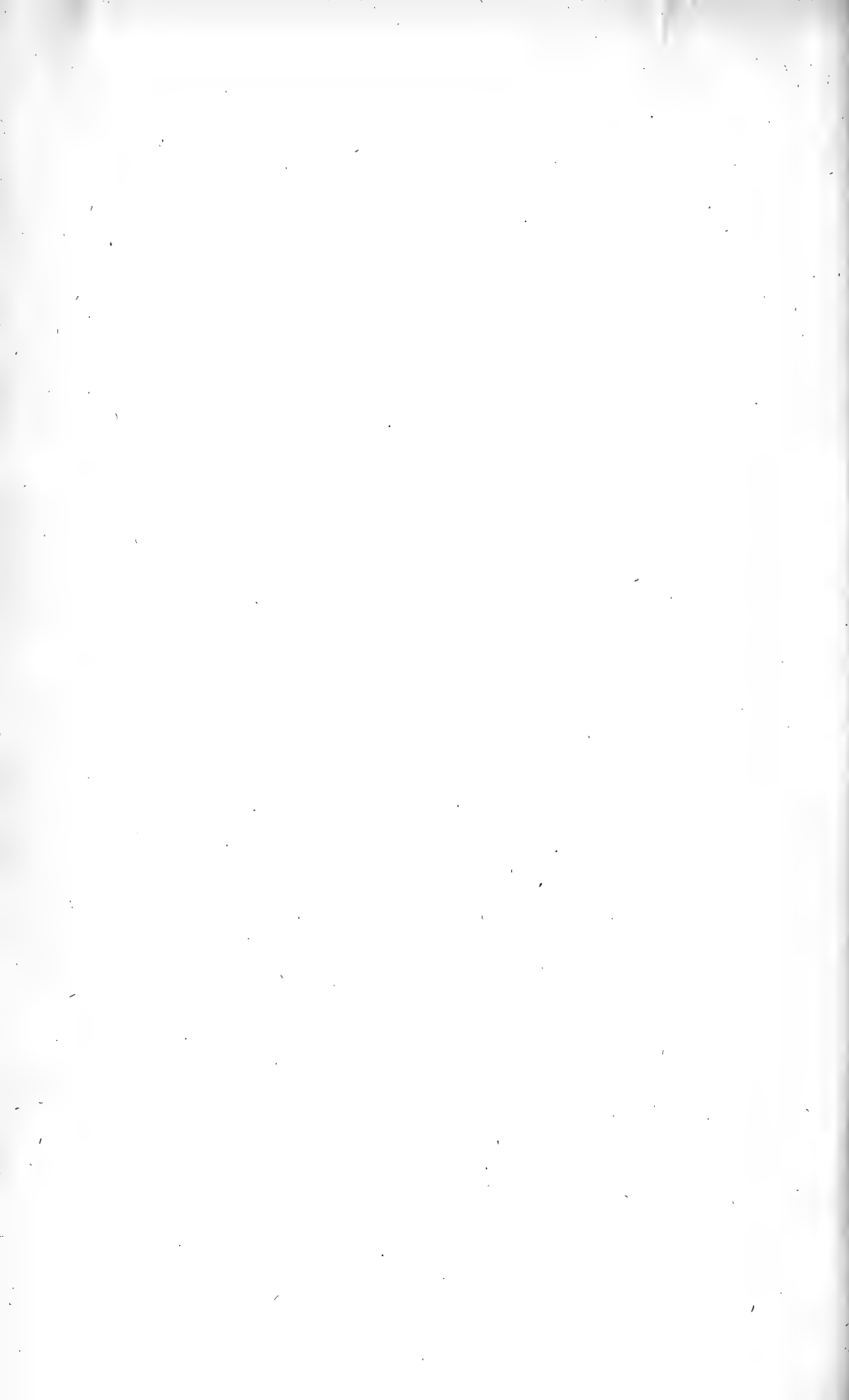


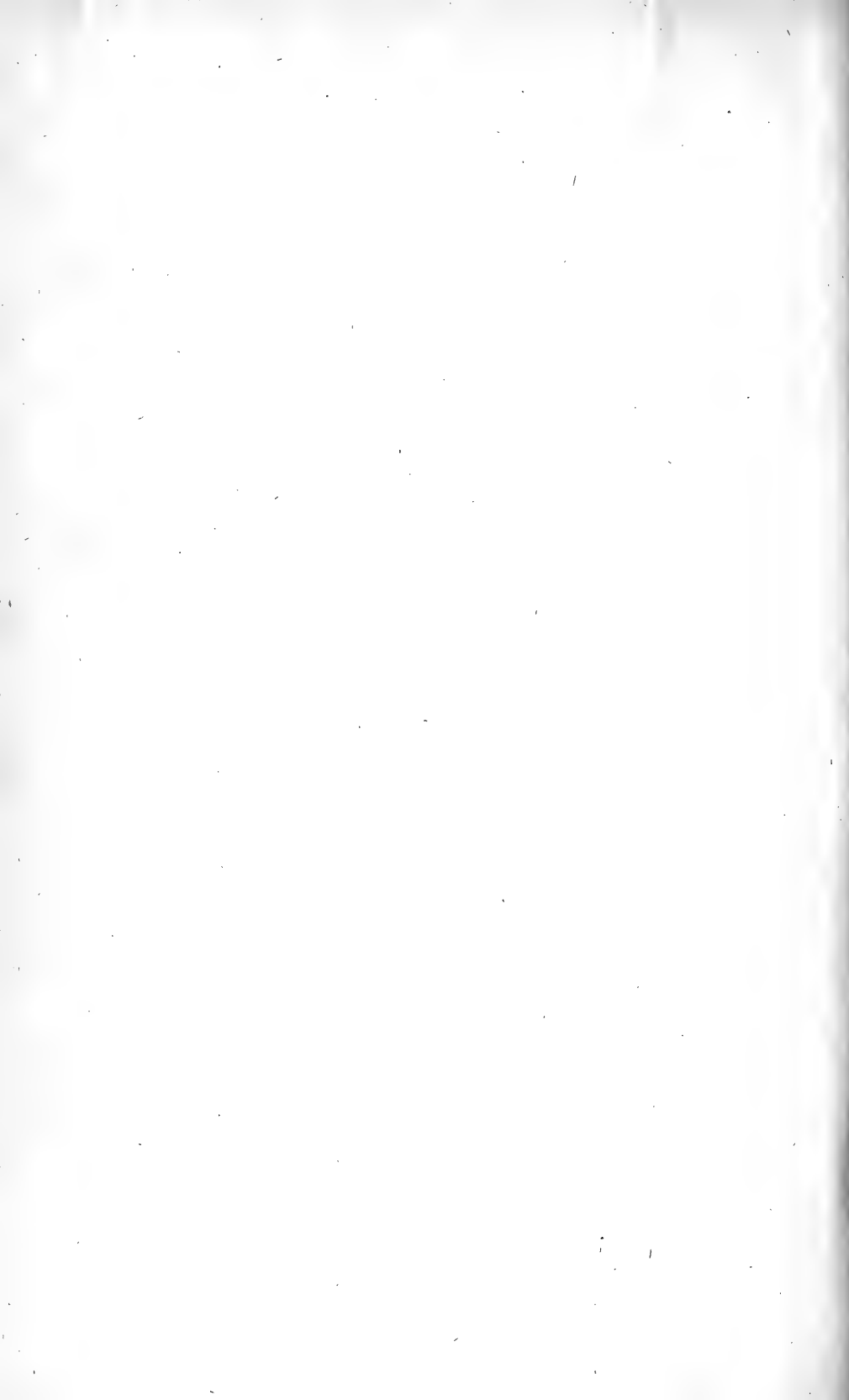


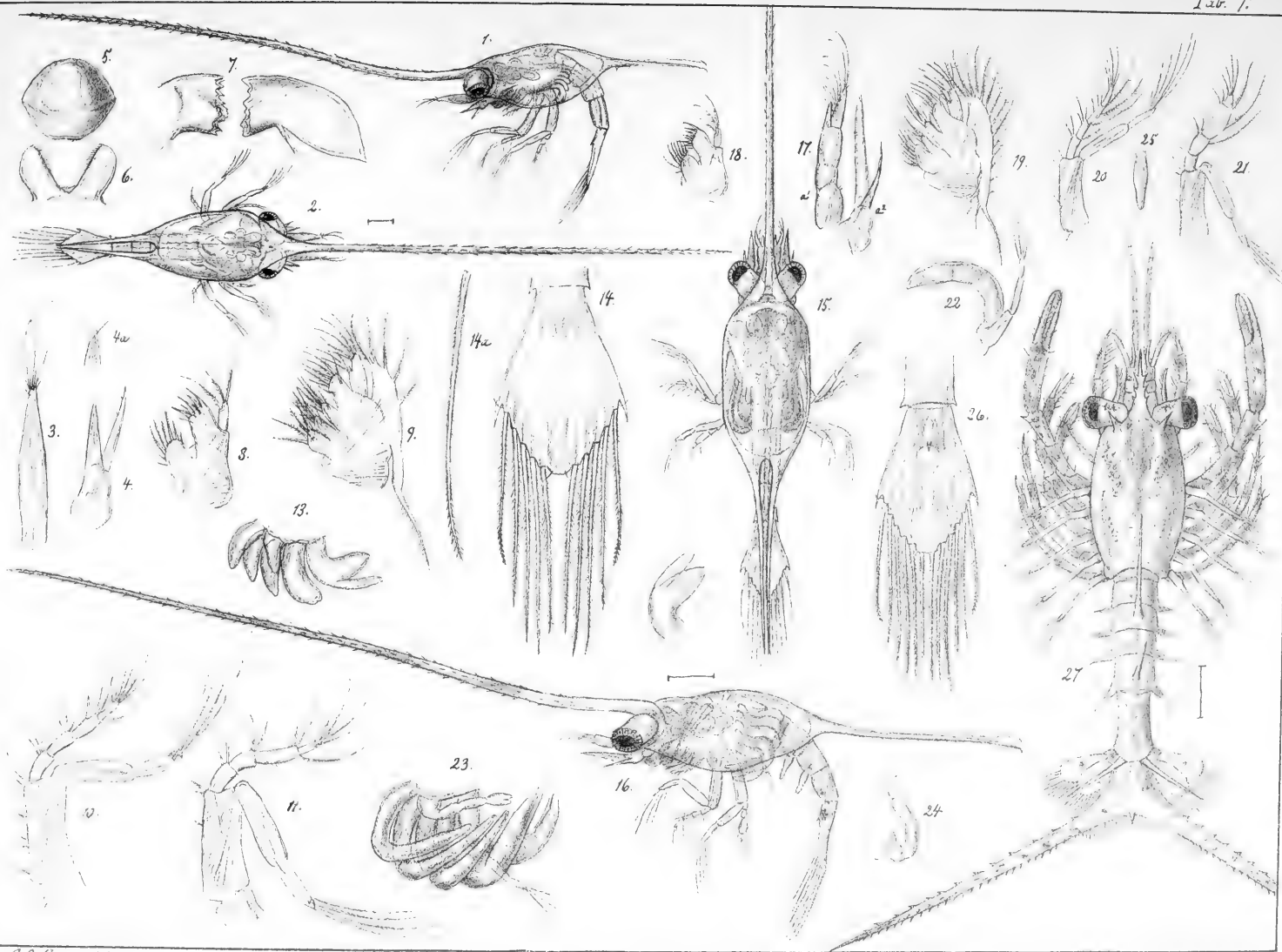
f. Sars aucto.

Gen. Galathea.

M. Tjallingii & A. Sars





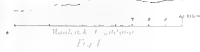
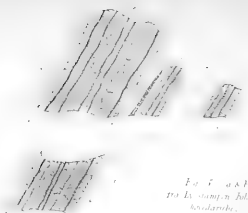


G.O. Sars auct.

Gen. Porcellana.
(Fig. 27. Nephrops.)



F f. *razum* *heredynske*
K *houz* *hous* *styp*
u *com* *lucien* *grache*
M *beliane* *Wine* *a* *ceyphum*
M *over* *the* *the* *grace*
M *Thorne* *ch* *the*
Sp T *sement* *a* *small* *chromyden*
red *to* *useful* *day* *water*

[illegible][illegible]

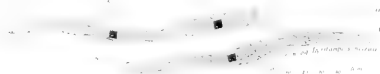
For a sample of
the *La. camp. n. holol.*
benedictus.

Fig. 5
 Prof. over kistest i hovedrøret ved forskellige angreb
 Fig. 5 a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z
 (den betegnelse med rødt i)

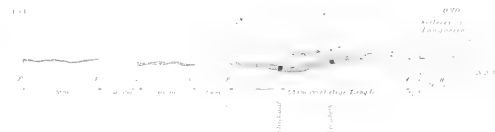


Fig. 6.
examined by a K&S Hochdruckpumpe to see if still

Estimated time on telephone with the individual patient is 15 to 20 minutes.



Willen 4,4 b 2,1 m Willen 20,0 g, 1,4 b 2,1 m
 Willen 20,0 g, 1,4 b 2,1 m Willen 20,0 g, 1,4 b 2,1 m
 Willen 20,0 g, 1,4 b 2,1 m Willen 20,0 g, 1,4 b 2,1 m



Hypocreticuli = upper stiles of Langorian planes
fig 8



total area = isolated groups = 0

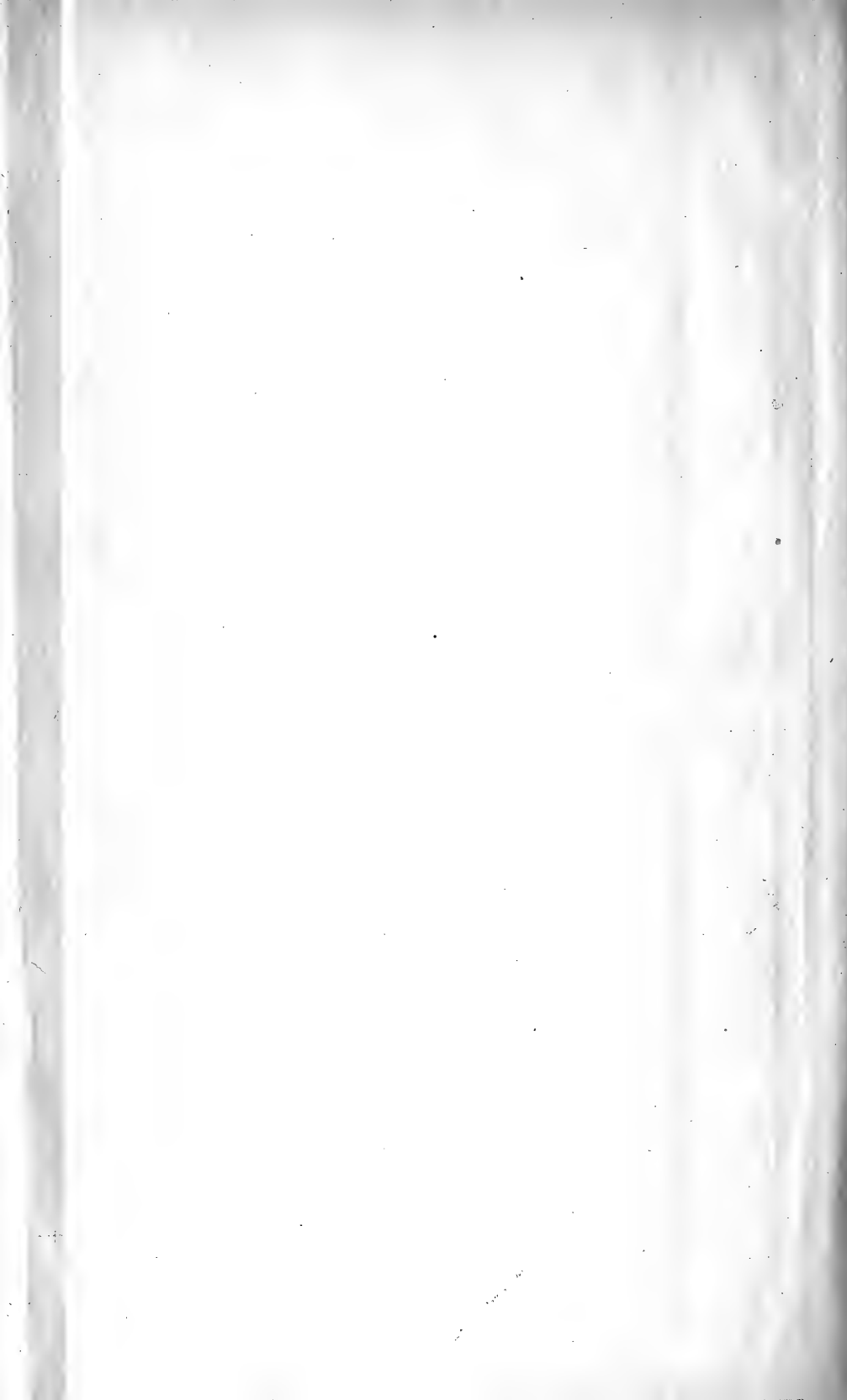


Fig. 5.

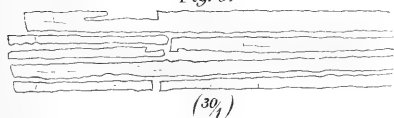


Fig. 6a.



Fig. 6 b.



$\neq OP (50/1)$

Fig. 8.

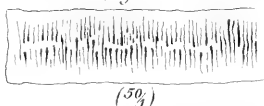
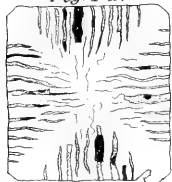


Fig. 7 a.



$\neq OP (15/1)$

Fig. 7 b.



$(50/1)$

Fig. 9.



$\neq OP$

$(30/1)$

Fig. 11 a.



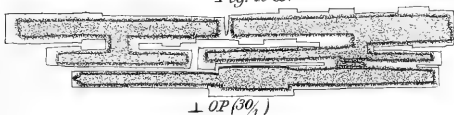
$(30/1)$

Fig. 11 b.



$(30/1)$

Fig. 10 a.



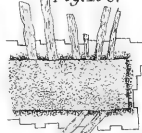
$\perp OP (30/1)$

Fig. 10 b.



$\neq OP (30/1)$

Fig. 10 c.



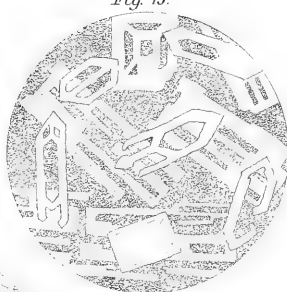
$\perp OP (60/1)$

Fig. 12.



$(25/1)$

Fig. 13.



$(30/1)$

Fig. 14 a.



Fig. 14 b.



$(30/1)$



7026
Mar. 20. 1889

Archiv

för

Mathematik og Naturvidenskab

Udgivet

af

Sophus Lie, Worm-Müller og G. O. Sars.

Trettende Bind. Første Hefte.



Kristiania.

Forlagt af Alb. Cammermeyer.

Januar 1889.



7026

Archiv

for

Mathematik og Naturvidenskab

Udgivet

af

Sophus Lie og G. O. Sars.

Trettende Bind. Andet og tredje Hefte.



Kristiania.

Forlagt af Alb. Cammermeyer.

Januar 1890.

Bergens museums prisbelønning for 1890.

Pris: Joachim Frieles guldmedalje, værdi 400 kroner.

Prisbelønningen uddeles ifølge gavebrevets art. 2 hvert 3die aar »for det videnskabelige Arbeide over Norges Hav- eller Landfauna, som Muse-direktionen efter udstedt Opfordring til Konkurrence har fundet værdigt til Belønning.«

Arbeidet, der maa være grundet paa selvstændige undersøgelser og ledsaget af tegninger, kan behandle hvilkensomhelst del af faunaen.

Afhandlingerne, der skal være affattede i et af de nordiske sprog, betegnes ikke med forfatterens navn, men med et motto, og ledsages af et forseglet brev indeholdende forfatterens navn, stand, bopæl og samme motto.

Den belønnede prisafhandling med tegninger blir som museets eiendom udgivet i trykken, — dog skal der være forbeholdt forfatteren 30 friexemplarer.

Prisafhandlingerne indsendes til Bergens museums direktion inden udgangen af september 1890, og prisbelønningen uddeles 18de december samme aar.

Bergen i musedirektionen den 25de Januar 1889.

D. C. Danielssen.	Chr. Henrichsen.	Ths. Angell.
Herman Friele.	G. Armauer Hansen.	B. E. Bendixen.
C. Berner.	N. Nicoll.	

7026.

Archiv

for

Mathematik og Naturvidenskab.

Udgivet

af

Sophus Lie og G. O. Sars.

Trettende Bind. Fjerde Hefte.



Kristiania.

Førlagt af Alb. Cammermeyer.

Februar 1890.

Bergens museums prisbelønning for 1890.

Pris: Joachim Frieles guldmedalje, værdi 400 kroner.

Prisbelønningen uddeles ifølge gavebrevets art. 2 hvert 3die aar »for det videnskabelige Arbeide over Norges Hav- eller Landfauna, som Muse-direktionen efter udstedt Opfordring til Konkurrence har fundet værdigt til Belønning.»

Arbeidet, der maa være grundet paa selvstændige undersøgelser og ledsaget af tegninger, kan behandle hvilkensomhelst del af faunaen.

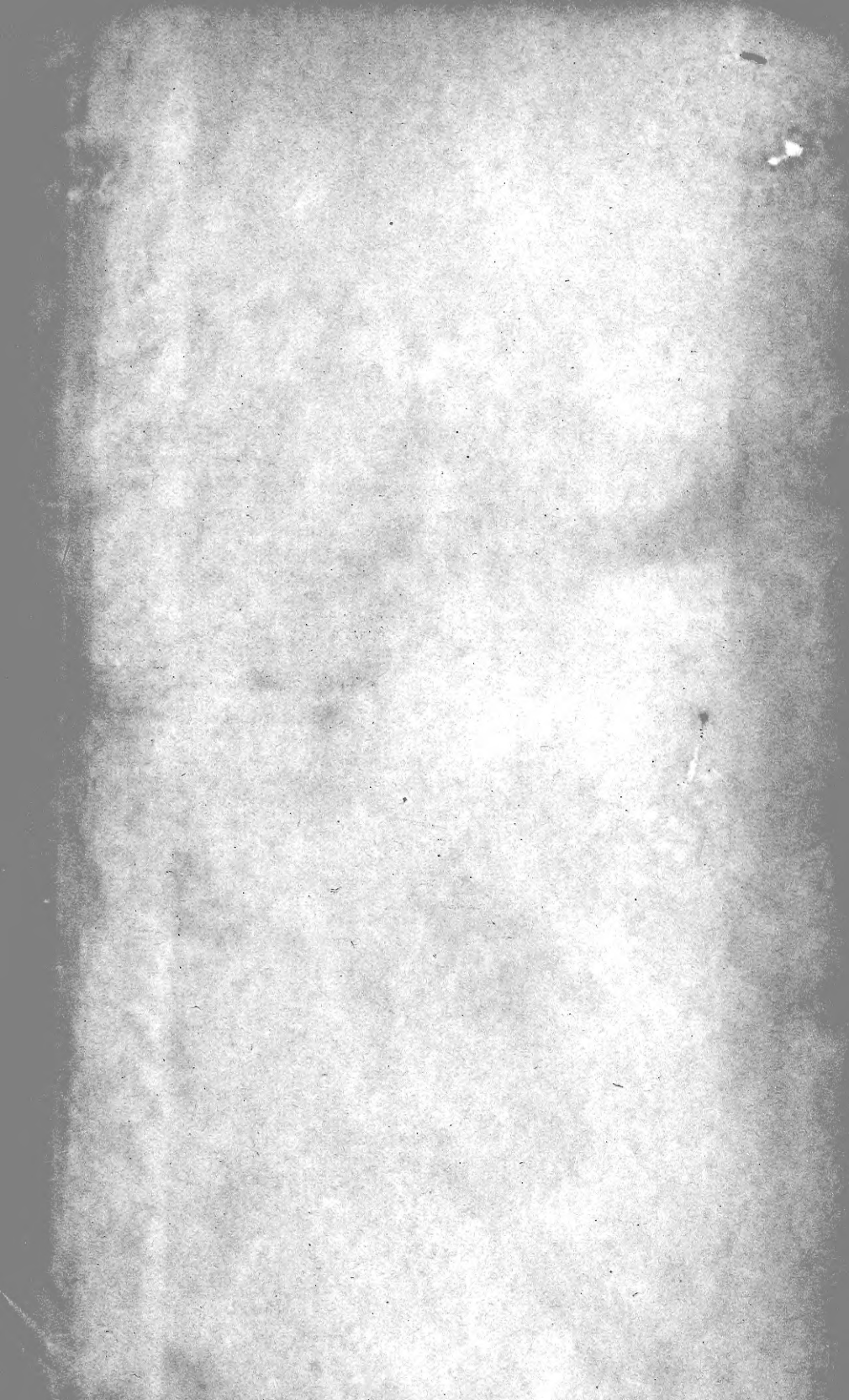
Afhandlingerne, der skal være affattede i et af de nordiske sprog, betegnes ikke med forfatterens navn, men med et motto, og ledsages af et forseglet brev indeholdende forfatterens navn, stand, bopæl og samme motto.

Den belønnede prisafhandling med tegninger blir som museets eiendom udgivet i trykken, — dog skal der være forbeholdt forfatteren 30 friexemplarer.

Prisafhandlingerne indsendes til Bergens museums direktion inden udgangen af september 1890, og prisbelønningen uddeles 18de december samme aar.

Bergen i musedirektionen den 25de Januar 1889.

D. C. Danielssen.	Chr. Henrichsen.	Ths. Angell.
Herman Friele.	G. Armauer Hansen.	B. E. Bendixen.
C. Berner.	N. Nicoll.	





Date Due

JAN 10 1991

